MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

ANNÉE M. DCC. LXXXX.

Tirés des registres de cette Académie.



A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE DU PONT,

Imprimeur-Libraire, rue de la Loi.

L'AN V DE LA RÉPUBLIQUE. — (1797.)

AVERTISSEMENT.

L'Académie des Sciences ayant été supprimée par un décret du 8 août 1793, les Mémoires lûs jusqu'à cette époque auroient pu former plusieurs volumes; mais quelques-uns ont été publiés ailleurs, j'en ai donné quinze dans la *Connaissance des Tems* pour l'Astronomie; d'autres seront présentés à l'Institut national établi en 1795, pour entrer dans ses Mémoires; ainsi l'on a cru devoir publier ceux de l'Académie pour 1790 qui étoient imprimés depuis le mois de juillet 1794, mais que la dépréciation du papier-monnoie avoit empêché de mettre en vente. S'il s'en trouve quelques-uns qui puissent former un dernier volume, en y réunissant les éloges des Académiciens morts depuis quelques années, le citoyen Du Pont s'empressera de le publier.

On ne trouvera point dans celui-ci la partie historique, les rapports, les programmes de prix et les observations adressées à l'Académie; les distractions du secrétaire, alors député à la Convention, et sa mort arrivée en 1794, ont rendu difficile le rassemblement de ces différentes pièces, et l'on n'a pas voulu différer la publication d'un volume important, attendu et demandé depuis long-tems.

Les éloges que l'on s'empressera de publier sont

ceux de Franklin, Tillet, le Gentil, Charles, Fourcroy ingénieur, la Rochefoucault, Bonnet, Diétrich, Bailly, Lavoisier, Malesherbes, Saron, Vicq-d'Azir, Condorcet, Duséjour, Petit, Perronnet, Demours, d'Agelet; il en a paru quelques-uns séparément; j'en ai donné plusieurs dans les journaux; j'espère qu'on les refera avec plus d'étendue et avec une éloquence digne de nos illustres confrères. Ces éloges pourront completter ou terminer la belle et importante collection des Mémoires de l'Académie qui comprend en tout les articles suivans en 139 volumes.

92 volumes depuis 1699 jusqu'à 1790, parce que l'année 1772 contient 2 volumes.

11 volumes depuis la fondation de l'Académie en 1666 jusqu'à son renouvellement en 1699.

11 volumes de Mémoires présentés.

9 volumes de Prix.

9 volumes de Tables jusqu'en 1780.

7 volumes de Machines jusqu'en 1759.

Je ne parle pas de quelques ouvrages particuliers de Cassini, Mairan, Fontaine, Bouguer, donnés comme suite des Mémoires, mais qui en sont absolument indépendans, de même que la grande collection des Arts *in-folio*, et la Connoissance des Tems que l'Académie a publiée chaque année depuis 1679.

LALANDE.

TABLE

DES MÉMOIRES DE 1790.

L'auteur avoit donné, dans le dixième volume des Savans étrangers la théorie du frottement des pivots et des chappes; des expériences plus nombreuses lui ont donné des résultats curieux et utiles; entre autres que le frottement est indépendant des vîtesses, et qu'il est comme une fonction de la pression; que les chappes ont souvent trois ou quatre fois plus de frottement qu'un plan bien poli, et de la même matière. On y trouve le détail des expériences.

Depuis 1752 que l'effet du tonnerre sur les pointes élevées fut reconnu, M. Leroy n'a cessé de s'en occuper. Dans les Mémoires de 1770, il donna un premier travail à ce sujet; il a été suivi de plusieurs autres mémoires où l'on trouve les détails de construction et les résultats des expériences qui les ont justifiés.

Ce mémoire fait connoître la proportion des principes qui constituent l'eau dans son état de pureté, le gaz hydrogène est double en volume de l'air vital.

La première partie est destinée à prouver que le Niger

C'est dans ce mémoire que l'on trouve le premier usage qui ait été fait du cercle entier introduit dans l'Astronomie par les soins du citoyen de Borda, et dont les astronomes se félicitent par l'extrême précision qu'ils y trouvent. La description et la figure de ce cercle se trouvent dans la Connoissance des Tems de 1798.

La Sibérie offre beaucoup de faits nouveaux aux minéralogistes : on en trouve ici plusieurs ; mais le principal résultat de ce mémoire est que la France envoie 25 millions par an dans l'étranger, et qu'on pourroit les épargner en faisant valoir nos mines.

Les observations de ce jeune astronome, parti avec la Perouse en 1785 pour le voyage autour du monde, étoient restées entre les mains de Lalande, qui en a déjà publié dans les Mémoires de l'Académie pour 1784, 1785, 1786 et 1789; il en reste encore beaucoup qu'il desire de pouvoir publier, ainsi que celles de plusieurs autres astronomes qui ne les ont pas données de leur vivant.

On trouve dans ce mémoire la preuve que le palmier ne

grossit plus dès qu'il a pris le port d'un arbre ; le tronc s'élève en gardant la même forme, au lieu que les arbres dont le bois est formé par couches annuelles grossissent tant qu'ils vivent. Il y a beaucoup d'autres plantes dont la tige est formée par des filets ligneux longitudinaux, et par une substance cellulaire ; et l'auteur fait voir que l'organisation des troncs des arbres et des tiges fournira de nouveaux moyens pour déterminer les caractères spécifiques des plantes.

MÉMOIRES

MÉMOIRES
DE MATHEMATIQUE ET DE PHYSIQUE,
TIRÉS DES REGISTRES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
ANNÉE M. DCC. XC.

De la situation sur le globe terrestre, des principaux Ports de la côte des Arsacides, dans la Mer du Sud, à l'orient de la Nouvelle-Guinée.

PAR PIERRE LE MONNIER.

Nous avons deux Voyages entrepris à la Mer du Sud, il y a environ vingt ans, par nos Navigateurs françois; d'abord au-delà du Chili et du Pérou, par l'occident, ensuite par l'orient et le détroit de Malaca, en s'élevant au nord pour pénétrer dans l'Océan qui baigne les côtes de la Chine et des Philippines. Le défaut d'observations suffisamment détaillées, ou plutôt le défaut absolu de leurs longitudes observées, lorsqu'ils ont abordé et reconnu, l'un la côte occidentale et l'autre la côte orientale des Arsacides, a jetté

jusqu'à ce jour nos Hydrographes dans des incertitudes trop vagues, et d'environ quatre degrés en longitude, quoiqu'il y eût moyen, à ce qu'il semble, de lever toute la difficulté.

Cette indécision sembloit devoir tendre à induire trop en erreur ceux qui auroient voulu construire une carte générale de la Mer du Sud : nous savions déja que celle qui fut construite au dépôt en 1742, donnoit l'isle des Rois au nord de la Nouvelle-Zélande $6\frac{2}{3}$ ou 8 degrés plus à l'ouest que ce qui en a été découvert par les capitaines Surville et Cook.

La multitude des autres découvertes très-récentes, faites dans ce vaste Océan, par les célèbres navigateurs dont on vient de parler, et immédiatement avant eux, par les officiers de la marine du Roi, enfin par les sieurs Marion et Crozet, invitoit assez d'ailleurs à une construction plus parfaite de la carte générale de cette grande mer orientale, trop fréquentée aujoud'hui pour retenir le nom de pacifique.

Peut-être quelques géographes pourroient-ils varier quant aux gisemens des deux côtes de la terre des Arsacides, et produire diverses opinions capables de nous égarer sur l'étendue de cette grande peuplade. Cependant, au rapport d'un des naturels, originaire de la terre des Arsacides, c'est une très-vaste et des plus puissantes isles situées à l'orient d'un archipel, qu'on a reconnu au-delà de la Nouvelle-Guinée.

Il est donc de l'intérêt général des navigateurs qui s'occupent de ce genre de découvertes, ou qui prétendent à de nouvelles entreprises dans l'un et l'autre hémisphère, que les positions exactes des isles nouvellement découvertes ou caps avancés des principaux continens, soient fixés pour le présent, d'autant mieux que les faits connus jusqu'à ce jour doivent très-bien nous y conduire. Assurément les méthodes qui servent à corriger, d'après ces mêmes faits ou rapports de journaux de navigation, les longitudes estimées, ne doivent plus être involontairement négligées. Aux raisons ordinaires alléguées pour accélérer un travail aussi important, on en

doit ajouter d'autres, dont je vais rendre compte tout à l'heure. Il est très-certain que les positions en longitudes attribuées par ces moyens-là, à chaque région, rade ou port récemment découverts, dépendent de méthodes nouvelles déja devenues d'autant plus familières, qu'on s'est appliqué dans cette Assemblée, ainsi que dans la Société Royale de Londres, à les rendre plus accessibles et bien plus simples.

Aussi voyons-nous, depuis plus de cinquante ans, que ce genre de perfection qui tenoit à de nouveaux principes, devoit être le fruit successif de nos réflexions réunies aux tentatives les plus variées : on doit y ajouter encore que ç'a été d'ailleurs le fruit naturel de puissans encouragemens, proposés ici à l'occasion des prix de physique céleste et de mécanique, l'un et l'autre fondés par M. Rouillé de Meslai.

En effet, l'objet principal de notre prix de physique a toujours été, comme l'on sait, la science des longitudes perfectionnée ou par approximation. D'abord il a fallu tenter d'y employer deux voies principales, l'une à l'aide des observations de la lune et de la théorie, l'autre en y employant, selon les circonstances plus ou moins favorables, la déclinaison ou l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Ce dernier cas, vers les côtes du Brésil, au nord de Madagascar, comme aussi dans la Mer du Sud, vers les marquises de Mendoce, nous a procuré, aux opérations du pilotage, l'avantage singulier, lorsqu'il n'est pas possible de voir le Soleil à midi, d'indiquer au navigateur deux degrés de variation pour chaque degré de latitude, dans l'inclinaison de cette aiguille; ce qui, comparé avec le sillage du vaisseau, doit rectifier dans ces mers les plus tranquilles, la route journalière, soit à l'est, soit à l'ouest, quant à la longitude.

Mais ce n'est point assez que les moyens dont on vient de parler aient été mis en usage, au point d'avoir pleinement réussi; il falloit y joindre encore d'autres méthodes secondaires pour achever de perfectionner la science des longitudes, et l'Académie des Sciences s'en est occupée, en proposant

dans cette vue, pour le sujet de ses prix, la perfection des montres marines, et même auparavant la théorie générale des courans de la mer. Ceux-ci, d'abord censés mal réglés aux environs des côtes et dans les archipels des deux hémisphères, dépendoient d'ailleurs d'une autre théorie déja perfectionnée, laquelle étoit celle des vents généraux. Depuis plus d'un siècle on commençoit à ne plus ignorer que les vents d'est ou vents alizés occasionnoient, entre les tropiques, un courant réglé dans les mers libres. Cette considération y avoit déja produit une correction essentielle dans la ligne du lock, c'est-à-dire dans l'opération du sillage. Or, à mesure que les idées se sont étendues et développées sur cet objet, on a vu clairement que dans les moyennes latitudes australes et boréales, où règnent le plus ordinairement les vents d'ouest, un contre-courant devoit avoir lieu pareillement, et qu'il n'étoit plus dans le cas d'échapper à l'attention des plus exercés d'entre nos Navigateurs. La connoissance de l'effet des courans en plusieurs parages, peut donc venir à l'appui des règles générales et décisives, lorsque celles-ci manquent quelquefois aux besoins, et qu'au défaut des observations célestes, on veut fixer la longitude des nouvelles isles et des principaux caps ou promontoires. Par-là le navigateur ne sera plus dans le cas d'étonnement, comme on le fut en 1769 sur le vaisseau le Saint-Jean-Baptiste, à la vue des isles qui avoisinent le continent du Chili, qu'on croyoit encore éloignées de deux à trois cents lieues, après avoir manqué, par le grand effet inattendu des courans, la relâche à l'isle de Pâques.

Déja, à l'aide des courans maritimes et à celle de la variation de l'aiguille aimantée, la pointe australe de l'Afrique se trouve mieux établie quant à son arrondissement de l'est à l'ouest, là où l'effet d'un courant porte au sud-ouest tous nos vaisseaux qui voudroient y attérir, à leur retour des Grandes-Indes.

Cet effet bien reconnu et dès-lors constaté très-sensible,

est bien marqué, par 33 degrés de latitude australe, par quantité d'observations bien décisives. C'est ce même effet, comme il a été prouvé dans nos Assemblées, qui a dû conduire à doubler enfin les distances de cap en cap, observées jadis par les meilleurs pilotes portugais : ils avoient été envoyés expressément par le Roi Sébastien de Portugal, pour relever toute la pointe australe de l'Afrique, et ayant commencé leurs opérations par la terre de Natal, ils ont eu soin d'avertir que ç'avoit été en partant de Mosambique.

La navigation au nord des isles Philippines dans la mer du sud, est pour le moins aussi pénible et la mer aussi fréquemment orageuse et assujettie à l'effet des courans que l'avoit éprouvée, à la pointe la plus avancée de l'Afrique, Diego Garcias, il y a deux cents ans, lorsqu'il l'avoit découverte et tournée presque entièrement.

Il y a bien aussi aux isles Baschées et Babuianes, au nord des Philippines, jusques bien avant dans l'est de la Nouvelle-Guinée, un courant régulier qui porte au sud et au sud-est. Cela devoit indiquer déja à M. de Surville, en partant de ces isles, la plus grande partie de l'erreur, tant en longitude qu'en latitude, dont il falloit corriger l'estime des pilotes de son vaisseau, arrivé à la pointe ou première isle de la côte des Arsacides, dont il fit d'abord la découverte; savoir, par $7^{\circ}\frac{1}{4}$ de latitude australe, on ne s'estimoit pour lors qu'à 151° ou $151\frac{1}{2}$ degrés de longitude. Déja six jours entiers s'étoient écoulés depuis qu'on se croyoit à proximité des terres, dont on avoit eu plus d'un indice, indépendamment des lits ou raz de marées qui portoient toujours dans le sud-est.

On peut demander ici, comment faut-il concilier la longitude estimée à la première vue de la côte des Arsacides, avec celle qu'on doit attribuer à la côte la plus avancée vers l'est de la Nouvelle-Bretagne? M. de Bougainville a donné celle-ci sur sa carte d'un peu moins de 150 degrés, et elle est assurément d'un demi ou même d'un degré en longitude plus avancée, laissant à part la latitude observée, qui n'est que de cinq

degrés australe. Pareillement ce cap est fixé à 150 degrés du méridien de Paris, par un vaisseau anglois, commandé par M. Carteret, qui avoit déja reconnu six mois auparavant, et d'après Mendana et Dampierre, cette pointe avancée de la Nouvelle-Bretagne.

C'est le même cap qu'on a continué depuis 1700 à nommer le cap Saint-Georges. Si nous avions au moins les détails de l'observation de l'éclipse du Soleil du 13 juillet 1768, que le feu chevalier du Bouchage et son Pilotin y apperçurent, ayant relâché dans une baie voisine, comme aussi de ce qui a pu leur fixer l'heure vraie du commencement et de la fin de cette éclipse partielle, nous pourrions aujourd'hui prétendre, en y appliquant l'usage des Tables de la Lune, à la plus grande précision, dans la longitude requise du cap Saint-Georges. Venons à ce qui concerne la navigation de M. de Surville. On avoit eu soin de corriger déja l'estime de la route en partant des isles Baschées, dont la longitude avoit été fixée d'abord dans le Neptune oriental. Sans doute qu'il faudroit encore l'augmenter d'un ou deux degrés; ensorte que, par cette discussion terminée, la route nous meneroit ainsi plus avant dans l'est. Cela doit, par conséquent, reculer plus vers l'Orient la longitude de la terre des Arsacides, et l'approcher par-là de celle du Saint-Esprit, en l'éloignant ainsi de la Nouvelle-Bretagne.

Le vaisseau le Saint-Jean-Baptiste étoit arrivé, dès les premiers jours de septembre, au sud de la ligne équinoxiale, et, depuis six jours entiers, on voyoit à midi s'accroître les latitudes australes observées, au-delà de ce que produisoit la route estimée : marque bien évidente de l'effet et de la direction des courans. Or, M. de Surville, en partant de la ligne équinoxiale, avoit dirigé sa route au sud-est et dans l'est, pour ne pas tomber, ajoute-t-on, sur les terres et isles adjacentes à la Nouvelle-Bretagne. En un mot, depuis la fin de septembre, lorsque la route du vaisseau coupoit l'Equateur vers 145° à 150°, son sillage, par les calmes, et les sauts,

a dû s'accroître bien au-delà de la route estimée des Pilotes: on en conviendra d'autant plus volontiers, que les courans portoient, comme l'auteur de la Relation en a averti, au sud et au sud-est. On ne doit donc pas se borner ici, conformément aux relevés du journal nautique, à un accroissement de six degrés en longitude. La carte du relèvement des terres nouvellement découvertes, et de l'isle de la première vue par un quart de latitude, ne doit donc plus indiquer 150° de longitude dans un article de preuves à part.

Ceci s'accorde parfaitement avec les découvertes faites par nos François navigateurs et par M. de Bougainville, l'année d'auparavant, en sortant du golfe de la Louisiade, comme il est aisé de le voir planche 12 de son Voyage autour du monde; car il nous représente assez évidemment la côte occidentale et la plus avancée vers le nord de la grande isle des Arsacides. On a averti sur-tout qu'il falloit avoir soin d'avancer d'un degré, en longitude, toutes les positions indiquées dans les relèvemens, c mme dépendants de la position rectifiée du cap Saint-Georges, par les latitudes de six et de sept degrés, au sud de l'Equateur.

MÉMOIRE

OU

EXPÉRIENCES ET OBSERVATIONS

Sur l'effet qui résulte du mélange d'une partie d'étain avec vingt-quatre parties d'or fin ou allié, lorsqu'on fait recuire le lingot, réduit en lame, que ce mélange a produit.

PAR MATHIEU TILLET.

S'IL est avantageux que des hommes éclairés et des artistes connus par leurs talens, fassent des recherches dans le genre de travail auquel ils s'appliquent, et rendent publiques leurs observations, il arrive aussi quelquefois que leur réputation, bien fondée à beaucoup d'égards, fait adopter trop promptement les résultats qu'ils ont tirés de leurs expériences, et qu'en les répétant avec soin on n'y trouve pas toute l'exactitude à laquelle on s'étoit attendu : non sans doute que ces artistes, bien instruits d'ailleurs et de très-bonne foi dans leurs opérations, aient prétendu qu'on les regardât comme décisives ; mais en négligeant de considérer, sous toutes les faces, les faits qu'ils ont eus sous leurs yeux, ils en ont conclu trop vîte que ces faits, dans toute leur étendue, étoient tels qu'ils les avoient d'abord reconnus.

En lisant depuis peu le Journal de Physique du mois de septembre 1788, j'y ai vu un Mémoire intitulé : *Expériences et Observations sur la manière de fondre l'or avec l'étain*, et je l'ai lu avec d'autant plus d'attention, que le fond est dû à un homme de mérite et très-versé dans son art ; c'est M. Alchorne, essayeur de la monnoie d'Angleterre, dans la tour de Londres. Comme l'objet dont il s'est occupé dans ses

ses expériences intéresse tous les artistes qui emploient l'or et l'argent, comme il a eu pour but de les rassurer sur le mélange d'une certaine quantité d'étain avec l'or fin ou allié, et comme il est essentiel cependant pour ces artistes de craindre le moindre alliage d'étain avec l'or à différens titres qu'ils fondent et refondent sans cesse, j'ai cru devoir répéter les expériences de M. Alchorne, et en convenant à-peu-près d'une partie des faits qu'il a rapportés, exposer ceux que j'ai moi-même reconnus, et qui, s'ils ne lui eussent pas échappé, l'auroient conduit sans doute à des réserves dans les conséquences trop positives qu'il a tirées de ses opérations.

Avant d'entrer dans le détail des expériences que M. Alchorne a faites, et de celles qui me sont particulières, je crois devoir rapporter la manière dont s'exprime le rédacteur du Journal, en annonçant le Mémoire dont il s'agit ici; il paroit persuadé qu'on a été dans l'erreur jusqu'à présent sur le point essentiel qui en fait l'objet : dès lors ce Journal, justement estimé et répandu par-tout, ne sauroit manquer de produire, à cet égard, une impression forte qu'il convient d'arrêter : elle ne se trouveroit fondée en effet que sur des opérations qui n'ont point été suivies avec assez d'exactitude, et par-là elle jetteroit dans une fausse sécurité la plupart des artistes qui mettent en œuvre le plus précieux des métaux.

Il est reçu depuis long-temps, dit le Rédacteur, comme un fait par les Métallurgistes, que l'étain mêlé avec l'or, en la plus petite quantité, soit en substance, soit en vapeur, détruit totalement la ductilité de ce précieux métal. Mais M. Voulfe, écuyer et membre de la Société Royale de Londres, communiqua à la Société en 1764, un Mémoire de M. Alchorne, essayeur de la monnoie d'Angleterre dans la tour de Londres, et depuis imprimé dans les Transactions Philosophiques, dans lequel il prouve que l'étain peut être mêlé avec l'or, en une quantité modérée, sans produire tous ces mauvais effets. Ces expériences, ajoute-t-il, n'ont pas été contredites; cependant plusieurs auteurs des plus célèbres

ont continué de suivre l'ancienne opinion relativement à l'étain, quoiqu'elle ne soit nullement fondée. On peut donç supposer que le Mémoire de M. Alchorne n'a pas été assez connu et qu'on n'y a pas assez fait attention; c'est pourquoi je crois nécessaire d'en donner un extrait, et de le faire connoître d'une manière plus générale.

M. Alchorne rapporte qu'il avoit long-temps douté de cette propriété extraordinaire attribuée à l'étain, et que l'occasion s'en étant présentée, il avoit fait plusieurs expériences sur cette matière. Il mêla douze onces d'or fin avec différentes quantités d'étain, depuis soixante grains jusqu'à demi-once; ces alliages battus au marteau, passés au laminoir, et portés au balancier, ne parurent point avoir souffert; ayant mêlé une once d'étain avec douze onces d'or fin, ce mêlange ne pût être travaillé: il voulut ensuite exposer l'or à la fumée ou vapeur de l'étain; il mit douze onces d'or à 22 karats dans un petit creuset qu'il plaça dans un creuset plus grand, et l'environna d'étain; il soumit le tout à un assez grand degré de feu pendant une demi-heure, mais l'or ne perdit rien de sa ductilité. Il a poursuivi ses recherches encore plus loin: il a allié les mêlanges ci-dessus avec du cuivre, et a ajouté ensuite de l'étain à cet or ainsi allié avec différentes portions de cuivre et d'argent: mais dans tous les cas douze onces d'or alliées avec l'étain dans la quantité d'une demi-once, et de cuivre deux onces et demie, souffroient d'être battues et laminées jusqu'à l'épaisseur d'un fort papier, et pouvoient être travaillées en petits ouvrages de bijouterie, et tirées en fil fin, avec la même facilité que l'or du commerce.

M. Alchorne observe que l'ancienne opinion adoptée par tant d'auteurs doit son origine vraisemblablement à l'arsenic que l'étain contient ordinairement, ayant trouvé que douze grains de ce demi-métal en régule rendoient autant d'onces d'or aigre et cassant, et de là il conclut que l'étain, comme d'autres métaux inférieurs, n'endommageoit l'or qu'en

proportion de la quantité d'arsenic qu'ils contenoient, et qu'il n'y a rien dans l'étain qui puisse ôter au métal précieux ses qualités, comme on l'a cru jusqu'à présent.

On voit donc par cet exposé des Expériences et des Observations de M. Alchorne, qu'il prétend que l'or, soit pur, soit allié, étant fondu avec l'étain, dans la proportion d'une partie de ce dernier métal sur vingt-quatre parties d'or, forme un alliage qui conserve assez de ductilité *pour être battu, laminé, réduit à l'épaisseur d'un fort papier, employé aux petits ouvrages de bijouterie, et tiré en fil fin avec la même facilité que l'or du commerce.*

Quoique je fusse persuadé que l'étain privoit l'or de sa grande ductilité, ou au moins le rendoit tellement aigre et cassant, qu'on ne pouvoit le réduire en lames minces, et sur-tout le tirer à la filière, qu'à la faveur de recuits multipliés, et en le traitant avec des ménagemens que sa souplesse ordinaire n'exige point; cependant je me suis déterminé à répéter les expériences de M. Alchorne, autant par estime pour cet habile essayeur que pour suppléer, si le cas l'exigeoit, aux faits qui auroient pu lui échapper.

Je me bornai d'abord à n'employer que vingt-quatre grains d'or fin et un grain d'étain pris dans un lingot de ce dernier métal, qui ne contient aucune partie d'arsenic; j'enveloppai ce grain d'étain dans les vingt-quatre grains d'or réduits en une feuille fort mince et devenue très-souple par le recuit; je plaçai ces 25 grains de matière sur un charbon un peu creusé et où ils pussent être maintenus pendant leur fusion; je répandis même un peu de borax calciné sur la matière, afin qu'elle se fondît plus promptement, qu'elle se rassemblât mieux, et que l'étain mêlé avec l'or sur-le-champ, n'eût pas le temps de se calciner. Cet alliage fut bientôt fondu, à la faveur de la lampe d'émailleur, et réduit en un petit bouton qui n'avoit rien perdu de son poids. Aplati ensuite sous le marteau et avec ménagement, il s'est gersé et divisé enfin en trois parties, quoique je ne l'eusse frappé

qu'avec précaution, et que je lui eusse conservé encore l'épaisseur d'un quart de ligne ou environ.

J'ai répété cette première expérience sur le double de matière, tant en or pur qu'en étain ; j'ai eu un résultat pareil : le second bouton que j'ai obtenu étoit aigre, et s'est divisé également sous le marteau, quoique j'en eusse ménagé les coups, pour que ce dernier bouton aplati pût au moins, malgré les gersures, se maintenir en entier.

On sent bien que ces expériences, préparatoires en quelque manière, n'étoient destinées qu'à m'avertir des effets auxquels j'avois lieu de m'attendre lorsque je les ferois beaucoup plus en grand et d'une manière plus rapprochée de celle que j'avois à examiner pour établir une comparaison.

Hésitant à employer de l'or à vingt-quatre karats, dans la juste crainte que j'avois qu'il ne perdît l'avantage qu'il a d'être le plus ductile des métaux, et que je ne puisse le rétablir dans cette propriété que par la voie du départ, je me déterminai à commencer des expériences plus décisives que les premières, sur de l'or à 22 karats, ou allié à $\frac{1}{12}$ de cuivre ; je répétois par-là quelques-unes des expériences citées par M. Alchorne, et d'après lesquelles il a toujours conclu que l'étain mêlé, dans une certaine proportion, avec l'or à ce même titre de 22 karats, ne lui ôtoit pas sa ductilité.

J'alliai donc un gros vingt-quatre grains d'étain tirés du lingot dépouillé d'arsenic dont j'ai déja parlé, avec quatre onces d'or dont le titre, à 22 karats, m'étoit parfaitement connu. Ces deux métaux, réduits en assez petites parties que j'avois entre-mêlées, furent mis dans un creuset, et poussés au feu vif de la forge, animé encore par un second soufilet. Lorsque leur fusion me parut complette, je coulai la matière dans une petite lingotière proportionnée au peu de matière que j'avois à y verser.

Le lingot que j'obtins de cette fonte n'avoit perdu presque rien du poids des deux métaux que j'avois employés ; ainsi j'eus la preuve que l'étain faisoit corps avec les quatre onces

d'or auxquelles je l'avois associé. Mais en tâchant de faire plier ce lingot, qui étoit de six pouces ou environ de longueur, et qui n'avoit guere que deux à trois lignes de diamètre, je remarquai que, contre l'état ordinaire de l'or à 22 karats, ce lingot étoit roide et auroit exigé un effort assez considérable pour prendre de la courbure et revenir à la flexibilité qu'il auroit eue si l'étain ne fût pas entré dans sa composition : dès-lors je vis bien que cette roideur annonçoit une diminution sur sa ductilité ; que l'interposition d'une matière qui étoit étrangère à l'or, et incapable par sa nature d'en maintenir la liaison, étoit la cause de ce défaut de souplesse, et qu'on ne pouvoit l'attribuer qu'à l'étain, puisque le cuivre seul mêlé avec l'or fin donne bien à celui-ci une dureté et une consistance qu'il n'a point par sa nature, mais ne le prive presque point de sa grande ductilité.

Après cette première observation sur l'état du lingot que mon expérience m'avoit donné, j'en vins à l'épreuve décisive, celle de forger ce lingot et d'examiner ce qu'il deviendroit étant étendu sous le marteau, et sur-tout sous la partie tranchante de cet instrument, afin que le métal s'allongeât et subît par-là l'épreuve la plus forte. Je ne m'apperçus point que par cette opération, qui fut continuée assez long-temps pour que le lingot se trouvât réduit aux deux tiers ou environ de son épaisseur, je ne remarquai point, dis-je, que ses côtés fussent gersés et annonçassent encore beaucoup d'aigreur ; mais comme je craignois que cet accident n'arrivât, si je continuois trop long-temps de forger ce lingot, j'en coupai la partie que j'avois allongée à l'aide du tranchant du marteau ; je la plaçai ensuite entre des charbons allumés, afin qu'après un recuit modéré elle revînt au même degré de malléabilité qu'elle avoit avant qu'elle eût passé sous le marteau.

Mais lorsque je voulus la retirer du feu, où elle n'avoit acquis que la couleur rouge d'une cerise, je la trouvai divisée en deux parties sur sa longueur : après les avoir laissé

refroidir, je les forgeai de nouveau ; elles s'allongèrent assez bien, avec quelques gersures sur les côtés, mais elles ne m'annoncèrent pas encore ce qui devoit arriver : je me bornai à faire recuire une de ces deux parties que j'avois forgées de nouveau, et je réservai l'autre dans son état d'écrouissement, pour la faire passer, comme elle se trouvoit, entre les rouleaux d'un laminoir : la partie recuite du lingot, qui pouvoit avoir l'épaisseur d'une pièce de douze sols, se brisa dans le feu, quoique très modéré, en quatre ou cinq portions. La plus longue d'entre elles, qui résista mieux à l'action du feu, se recoquilla, se tourmenta, pour me servir d'un terme usité dans les arts, et me fit juger que par cet état d'une forte contraction en divers sens, elle avoit tendu à se rompre et à se diviser en petites portions semblables à celles qui s'en étoient déja séparées.

Cet accident me donna lieu de présumer que les cendres sur lesquelles j'avois fait recuire la lame d'or qui s'étoit brisée, pouvoit en contenir quelques portions : je ne me trompai point ; ces cendres lavées avec soin me rendirent trois ou quatre fractions de cette lame que les charbons embrâsés dont elles étoient recouvertes, avoient dérobées à ma vue.

On vient de remarquer que j'avois réservé une des deux parties de la portion du lingot que j'avois forgée une seconde fois et que je l'avois conservée dans l'écrouissement où elle se trouvoit en sortant de dessous le marteau. Je ne pouvois pas douter, après l'effet dont je viens de rendre compte, qu'en donnant un recuit à cette partie du lingot avant que de la laminer, je n'éprouvasse le même accident que j'avois eu sous les yeux, et que cette lame d'or ne se brisât entre les charbons où je la ferois rougir, quelque précaution que je prisse pour qu'elle ne fût exposée qu'à un feu modéré.

Je me déterminai donc à l'étendre de nouveau sous le laminoir, et en ne l'y resserrant que peu-à-peu, afin que la

rupture, si elle avoit lieu, ne fût dûe principalement qu'à l'aigreur de la matière, et non à une compression forcée que je lui aurois fait éprouver. Je suis parvenu, avec ces ménagemens, à faire prendre à cette lame le double de sa longueur, quelqu'écrouie qu'elle fût, et la réduire à l'épaisseur d'un fort papier; il est vrai que les deux côtés de cette lame étoient gersés dans toute leur longueur, et ressembloient assez au fer d'une scie; mais cet accident ne doit point surprendre quand on lamine de l'or qui, quoiqu'allié simplement au cuivre, n'a pas sa douceur ordinaire, quelle qu'en soit la cause, et sur-tout lorsqu'on veut le réduire à très-peu d'épaisseur, sans avoir recours à des recuits multipliés à mesure que la matière s'écrouit.

On pourroit présumer, en réfléchissant sur l'expérience dont je viens de rendre compte, que la rupture des lames d'or avoit peut-être pour cause une fonte incomplète, ou le mélange inégal des deux métaux; j'ai senti moi-même, d'après cette idée qui auroit pu avoir quelque fondement, qu'il convenoit de refondre ce lingot avec toutes les portions qui s'en étoient détachées, et de ne rien négliger pour qu'après avoir été mêlé parfaitement, il ne fût coulé qu'en pleine fusion. Dans le moment où je l'ai obtenue, par la refonte de ce lingot, j'ai jetté sur la matière en bain un peu de borax calciné, afin qu'elle s'éclaircît à sa surface, et que tout ce qu'il y avoit d'étranger fût entraîné vers les bords: il ne pouvoit résulter de cet emploi du borax qu'une plus grande douceur dans la matière, et moins de risque par conséquent pour la rupture du lingot qui en proviendroit, lorsque je l'étendrois sous le marteau.

Toutes mes précautions ont été inutiles dans la fonte de ce lingot. Lorsque j'en ai forgé un des bouts il s'est allongé assez bien et sans gersure sensible, comme celui dont j'ai déja parlé; mais le bout de ce lingot réduit ensuite à peu d'épaisseur et exposé au recuit, s'est divisé en plusieurs parties, dont la plus longue s'étoit tourmentée, et se seroit

brisée sans doute si le recuit eût été plus fort ou plus long-temps soutenu.

Quoique l'expérience dont je viens de donner le résultat sur le mêlange d'une partie d'étain et de vingt-quatre parties d'or à vingt-deux karats eût pu suffire à la rigueur pour prouver que cet alliage prive l'or d'une grande partie de sa ductilité et l'expose par le recuit à un accident que les artistes ne sauroient presque éviter, par la nécessité où ils sont de rendre sans cesse à l'or allié qu'ils mettent en œuvre, la souplesse qu'il a perdu sous le marteau, cependant quelque répugnance que j'eusse à priver l'or pur de sa ductilité, qui ne pouvoit lui être rendue que par un nouveau départ, j'ai cru devoir répéter cette expérience, en employant de l'or à vingt-quatre karats, et dans une quantité telle qu'on pût rapprocher mon opération de celle que M. Alchorne a faite, et d'après laquelle principalement il a tiré sa conclusion.

J'ai donc employé six onces d'or fin et deux gros d'étain pour cette nouvelle expérience; le premier de ces métaux étoit subdivisé en une grande quantité de parties, et j'avois renfermé les deux gros d'étain dans deux feuilles d'or prises sur les six onces, laminées, très-minces, et si souples après un recuit, qu'elles enveloppèrent parfaitement les deux gros d'étain. Après avoir mis une partie de l'or dans le fond d'un petit creuset, je plaçai dessus l'étain enveloppé, qui se trouva recouvert ensuite par l'or qu'il me restoit à mettre dans le creuset.

Lorsque la totalité des deux métaux fut en pleine fusion, et eût été bien mêlée, je versai la matière promptement dans la lingotière dont je m'étois déja servi, et j'obtins un lingot un peu plus long et encore plus net que les deux premiers.

Dès qu'il eût été refroidi, j'en forgeai un des bouts, en employant le côté tranchant du marteau; il s'allongea sans aucune gersure sensible, et lorsqu'il eût été réduit à l'épaisseur d'une ligne, ou environ, je le coupai pour le traiter séparément du lingot : ayant été recuit modérément, il se maintint

maintint en son entier, et à quelques gersures près, il passa au laminoir sans se briser. Comme je craignois cependant qu'étant trop écroui il n'éprouvât quelque rupture, si je continuois à le laminer, je lui donnai un léger recuit. A peine eut-il pris, entre les charbons, le rouge couleur de cerise qu'il se brisa en cinq ou six parties, dont quelques-unes étoient recoquillées ou courbées simplement, et d'autres plates, comme elles étoient sorties du laminoir. Parmi les morceaux recuits qui appartenoient au bout de lingot que j'avois traité, il s'en trouva un assez long, un peu tourmenté seulement, que je laminai de nouveau, bien résolu de le réduire à très-peu d'épaisseur, sans lui faire éprouver le moindre recuit. Il acquit le double au moins de la longueur qu'il avoit d'abord sans se briser; et, si l'on en excepte les deux côtés de cette lame qui étoient gersés, le corps de la lame étoit dans son entier; il avoit du ressort et auroit pu être considéré comme provenant d'un lingot d'or ordinaire, dans lequel il ne seroit pas entré d'étain, mais qui n'auroit pas toute la ductilité qui lui est naturelle.

Il résulte de ces expériences, dont je viens de rendre compte, que l'or, soit fin, soit allié, auquel on joint une petite partie de l'étain le plus pur, en les fondant ensemble parfaitement, acquiert de la roideur et de la dureté par ce mélange; qu'il perd un peu de la couleur qui le caractérise, qu'il peut à la vérité, avec des ménagemens, s'étendre jusqu'à un certain point sous le marteau, et encore mieux entre les rouleaux d'un laminoir, mais que ne pouvant soutenir le recuit sans être exposé à se rompre, il est privé par ce défaut de l'avantage si essentiel de pouvoir revenir, après avoir été fortement écroui, à l'état de souplesse qui lui est naturel. Ce n'est que par des ménagemens, dans l'emploi du marteau, et par des recuits fréquents que les artistes occupés des ouvrages d'or et d'argent parviennent à les obtenir sans gersures, et à les porter à leur perfection, sans être obligés d'avoir recours à la soudure, pour réparer les défauts qu'un

écrouissement excessif auroit occasionnés. Combien, par conséquent les bijoutiers, qui ont sans cesse l'or entre les mains, doivent-ils être attentifs pour écarter l'étain de leurs ateliers et n'employer jamais des matières d'or sujetes à se briser ou même à se tourmenter dans le recuit? Les frais d'affinage qu'ils payeroient pour épurer ces matières seroient d'une moindre conséquence pour eux que le temps qu'ils donneroient au soin de ménager de l'or aigri par l'étain, si même ils parvenoient à tirer parti d'une telle matière et à n'être pas forcés souvent d'abandonner, après bien des peines, un ouvrage presque fini.

Je ne doute point que M. Alchorne, s'il eût donné plus d'étendue à ses expériences, et les eût considérées relativement au travail des bijoutiers qui font passer fréquemment au feu les pièces qu'ils se proposent de monter et qu'ils contournent avec art, dans le besoin, pour remplir leurs desseins, je ne doute point, dis-je, que M. Alchorne n'eût averti les artistes des accidents auxquels l'or allié à l'étain est sujet dans le recuit : il a reconnu une sorte de ductilité dans cette matière, et n'a pas présumé qu'elle pût lui être enlevée par le moyen du feu, qui rétablit au contraire les métaux dans leur souplesse naturelle et en facilite le travail.

L'opinion dans laquelle on a été jusqu'ici sur le danger qu'il y a dans le mélange d'une très-petite partie d'étain avec de l'or fin ou allié s'est donc établie avec raison. Combien n'eût-il pas été difficile, en effet, qu'elle se fût accréditée sans fondement, lorsqu'une multitude d'artistes sont à portée de vérifier le fait dont il s'agit ici, sont avertis sur-le-champ de l'aigreur de l'or qu'ils mettent en œuvre, et ont le plus vif intérêt à rechercher la cause de cet accident.

Cet exemple d'une opinion généralement répandue et appuyée sur des faits constants que la plupart des artistes ont plutôt adoptés qu'ils ne les ont approfondis, cet exemple prouve que ce n'est souvent qu'avec beaucoup de réserve qu'on doit attaquer une opinion reçue, sur-tout, comme

dans ce cas-ci, lorsqu'elle n'est pas nuisible par elle-même et ne conduit tout au plus qu'à une précaution dans l'emploi du plus précieux des métaux.

Les expériences de M. Alchorne sont consignées depuis long-temps dans les Transactions Philosophiques, et ont acquis par-là un certain degré d'authenticité qui mérite qu'on y soit attentif. Je n'ai eu pour but, en les répétant et en exposant un fait essentiel qui en dépend, mais dont cet habile essayeur ne parle point, que d'être utile aux artistes, et de contriber à la sûreté de leur travail. Je crois avoir saisi ce but, en leur laissant toutes les inquiétudes qu'ils ont eues jusqu'ici sur le mêlange de l'étain avec les matières d'or.

Dans le cas où l'on ne trouveroit pas mes expériences aussi concluantes qu'elles le paroissent au premier coup-d'œil, au moins n'en résultera-t-il d'autre effet que des attentions inutiles auxquelles des artistes, d'après mes observations, croiront devoir s'assujettir; ils les préféreront avec raison, quelque superflues qu'on les suppose, à l'inquiétude de traiter des matières d'or suspectes par leur roideur, soupçonnées dès-lors de contenir de l'étain, et incapables par-là de résister au recuit.

S'il étoit permis de former quelques conjectures sur la cause de la rupture des lames d'or qui contiennent de l'étain, lors qu'elles subissent le recuit, on pourroit présumer que l'étain qui entre très-vîte en fusion, pendant que l'or a besoin d'une très-forte chaleur pour être fondu, et en exige une assez vive pour être bien recuit, on pourroit croire, dis-je, que les parties de l'étain entremêlées dans une sorte d'égalité proportionnelle avec celles de l'or, tendent à s'en séparer par une prompte fusion, et à un degré de chaleur très-foible; qu'elles restent sans consistance entre ces mêmes parties d'or, pendant que celles-ci conservent toute leur solidité, et ne la perdent pas même en éprouvant le recuit; il semble dès-lors que les parties du métal précieux n'ayant plus, quand elles sont devenues rouges, entre les charbons, le lien solide formé

par l'étain, et ayant au contraire un nombre infini de petites cavités occupées par les particules d'étain en fusion, doivent tendre à se désunir, tandis que cet accident n'a pas lieu dans les morceaux de la matière qui ont résisté au recuit et qu'on lamine après qu'ils ont été réfroidis, parceque les particules d'étain ont pris de la consistance dans le refroidissement, et se sont trouvées rétablies dans l'état d'union qu'elles avoient primitivement avec l'or.

Cet effet de la rupture d'une lame dans le recuit n'a point lieu, lorsqu'il s'agit d'un alliage d'or et de cuivre, par une raison opposée à celle que je viens de présenter, c'est que ces deux métaux exigent à-peu-près la même chaleur pour être fondus; c'est que l'effet du recuit étant égal sur l'un et sur l'autre, ces métaux, soumis à cette épreuve, y conservent leur consistance naturelle, et l'y conservent lors même qu'en forçant le recuit on le porte presque au point de la fusion.

A l'appui de l'opinion que je viens de présenter sur la cause de la rupture des lames d'or, je dois faire observer qu'en examinant leurs surfaces au microscope on y distingue un grand nombre de particules d'étain qui paroissent s'être dégagées des pores de l'or; que ces surfaces appliquées, dans le recuit, sur une plaque de fer ou d'argent, y adherent fortement, à la faveur des particules d'étain; qu'elle ne peuvent en être détachées qu'avec peine, et qu'elles enlèvent même quelques portions légères du métal sur lequel on les a fait recuire, lorsqu'on est venu à bout de les en séparer.

Je terminerai ces détails dans lesquels le sujet de mes expériences m'a contraint d'entrer, par avertir que les lames d'or dont il y a été question peuvent se maintenir en leur entier quand on les recuit sur une plaque unie et où elles restent appliquées en se réfroidissant, tandis que placées entre les charbons ardens, où elles portent souvent à faux, elles sont sujettes à s'y tourmenter, à s'y briser, sur-tout si on veut les saisir avec la pince et les retirer encore rouges du milieu des charbons.

MÉMOIRE

Sur la disparition de l'Anneau de Saturne, en 1789 *et* 1790.

PAR JEROME LA LANDE.

JE donnai en 1773 une méthode fort simple pour calculer les phases de l'anneau; je l'appliquai en 1774 aux quatre observations qu'on avoit faites de ce phénomène le 5 octobre 1773, les 11 janvier, 3 avril, et 1er juillet 1774 (*Mém. de l'Acad.* 1774, *pag.* 83). Depuis ce temps-là M. *du Séjour* a traité analytiquement cette question, de la manière la plus complette, dans son *Essai sur les Phénomènes*, relatifs aux disparitions de l'anneau de Saturne, 1776 *in*-8°, et dans son *Traité analytique* des mouvemens apparens des corps célestes, tom. 2, 1789. Boscovich donna aussi un grand Mémoire sur cette matière, dans le cinquième volume de ses *Nouveaux ouvrages*, publiés à *Bassano* en 1785, pages 1-70; mais ma méthode est si simple qu'on peut en une demi-heure savoir le résultat des observations de cette année; le seul inconvénient est que le temps a été peu favorable, et les observations ne s'accordent pas trop pour le lieu du nœud de l'anneau, qui est le seul résultat à tirer de ces observations.

M. du Séjour avoit annoncé la première disparition depuis le 5 mai 1789 jusqu'au 24 août, et la seconde du 15 octobre 1789 au 30 janv. 1790. Je vais d'abord commencer par faire voir comment les positions du Soleil et de la Terre ont produit les quatre phénomènes, en supposant un observateur qui du centre de Saturne considereroit le mouvement de révolution

du Soleil en 30 ans, et celui de la Terre autour du Soleil en un an. Il suffit de jetter les yeux sur une éphéméride pour voir le progrès de ce mouvement ; car les lieux de Saturne, vus de la Terre, donnent les lieux de la Terre vus de Saturne, en ajoutant six signes.

Avant le 5 mai la Terre étoit à droite ou à l'occident, et au-dessus ou au nord de l'anneau, le Soleil qui n'étoit qu'à 5^s 16° de longitude, étoit aussi du même côté, ainsi nous appercevions la surface septentrionale de l'anneau qui étoit éclairée par le Soleil.

Le 5 mai, la Terre avançant vers l'orient par son mouvement direct, a passé dans le plan de l'anneau, le Soleil étant toujours à l'occident, et nous avons cessé de voir le côté qu'il éclairoit.

La Terre étant toujours directe jusqu'au 1er juillet, a été jusqu'à 5^s 23° $15'$ de longitude ; alors elle a commencée à rétrograder, vue de Saturne, en allant vers l'occident, et le 28 août elle a retraversé l'anneau, et nous avons recommencé à voir sa surface boréale, parce que le Soleil étoit encore à l'occident, et éclairoit encore la surface boréale ou occidentale de l'anneau.

Le 5 octobre le Soleil, par son mouvement périodique autour de Saturne, est arrivé à 5^s 20° $\frac{1}{2}$, et il a traversé le plan de l'anneau pour aller à l'orient éclairer la surface orientale et méridionale de l'anneau ; la Terre a continué d'aller à l'occident par son mouvement rétrograde, qui a duré jusqu'au 19 novembre, où elle étoit à 5^s 16° $50'$; alors elle a repris son mouvement direct vers la gauche, et le 30 janvier 1790 elle a repassé dans le plan de l'anneau, puis à l'orient et au midi, c'est-à-dire dans la partie que le Soleil éclairoit déja depuis le 5 octobre ; alors nous avons recommencé à voir cette surface que le Soleil éclairoit, et que nous continuerons de voir pendant quinze ans, parce que la rétrogradation de la Terre ne suffira plus pour la ramener jusqu'à l'anneau.

Les observations ont confirmé sensiblement les annonces

précédentes ; dès le 4 mai M. de Beauchamp, à Bagdad, ne voyoit plus l'anneau ; le 5 M. Flaugergues, à Viviers, le voyoit encore avec un télescope de seize pouces ; mais l'apparence étoit si foible qu'on la perdoit souvent par l'agitation de l'air : au reste Saturne étoit si bas, à cause de sa proximité au Soleil, que cette observation ne peut être que très-imparfaite.

La longitude géocentrique de Saturne, prise dans le *Nautical almanac*, doit être diminuée de 5′ d'après l'opposition de Saturne, que M. de Lambre a trouvée le 11 septembre à $18^h\ 9'\ 46''$, temps moyen à Paris, dans $11^s\ 19^\circ\ 50'\ 16''$, ainsi la Terre étoit à $5^s\ 20^\circ\ 23'$. La latitude géocentrique de Saturne étoit de $1^\circ\ 55'$; il suffit de diviser son sinus par celui de l'inclinaison de l'anneau sur l'écliptique $31^\circ\ 20'$, pour avoir la distance au nœud $3^\circ\ 41'$, qui étant ôtée de $5^s\ 20^\circ\ 23'$ longitude le 4 mai, donne pour le nœud de l'anneau sur l'écliptique $5^s\ 16^\circ\ 42'$. On devroit trouver $5^s\ 17^\circ\ 17'$: d'après les observations de 1774, la différence est de 35′.

Mais l'observation de M. de Beauchamp, faite avec une lunette peu considérable, pourroit indiquer le 9 mai pour des lunettes comme les nôtres, parcequ'au mois de septembre il l'a revu cinq jours plus tard que nous : si cela étoit on auroit pour le nœud $5^s\ 17^\circ\ 8'$, ce qui approche beaucoup des observations de 1774.

La réapparition de l'anneau a été observée à Paris et à Milan le 28 août ; M. Maskelyne l'estime à 11^h. M. Mechain, dès le matin, avoit un léger soupçon, mais à 11^h du soir il en fut assuré. M. de Beauchamp, à Bagdad, ne l'a vu que le 2 septembre, mais il n'a pas une forte lunette.

M. Poczobut, à Vilna, l'a estimé entre le 1 et le 2 septembre, avec une lunette acromatique de $3\frac{1}{2}$ pouces d'ouverture. M. le chevalier d'Angos, dès le 24 août, étant en Sardaigne, avoit apperçu l'anse orientale, et il donne cette observation pour certaine (*Connoissance des temps* 1792, *pag.* 345) ; M. Bernard, en Provence, le soupçonna entre

le 27 et le 28 ; M. Flaugergues, à Viviers, le 28 ; M. de Saint-Jacques et M. Thulis, à Marseille, le 29 ; M. Cagnoli, à Vérone, le 29 ; M. Bode, à Berlin, et M. le chevalier Englefield, en Angleterre, le 30 août.

La longitude de la Terre, le 28, étoit $11^s\ 20^\circ\ 55'$, la latitude $2^\circ\ 22'$, donne pour distance au nœud $4^\circ\ 33'$, ainsi le nœud, par cette observation, seroit à $5^s\ 16^\circ\ 25'$.

La seconde disparition est arrivée le 10 octobre, suivant. M. Mechain et MM. les astronomes de Milan. M. Messier, à Paris, et M. Bernard, en Provence, le voyoient encore le 10. M. Bugge, à Copenhague, fixe la disparition entre le 10 et le 11 ; M. le comte de Bruhl, à Londres, et M. Bugge, à Copenhague, virent les anses le 10 pour la dernière fois. M. Poczobut, à Vilna, eut des soupçons jusqu'au 10 ; mais M. Darquier, à Toulouse, voyoit encore un vestige d'anneau le 15, sur-tout à l'orient de Saturne. Cependant M. Maskelyne, à Greenwich, l'estime, le 3 octobre, à 12^h, suivant ses observations imprimées. M. de Saint-Jacques et M. Thulis, avec un télescope de Short, de six pieds, ne voyoient plus le 3 que l'anse occidentale.

La longitude du Soleil, vue de Saturne le 10, étoit $5^s\ 20^\circ\ 45'$; c'est aussi la longitude du nœud sur l'orbite de Saturne, ce qui donne $5^s\ 17^\circ\ 12'$ sur l'écliptique. On auroit $10'$ de moins si l'on supposoit que la disparition est arrivée le 5 octobre ; mais il faudroit ajouter $7'$ si l'on supposoit que, dans le passage du Soleil par l'anneau on le perd de vue trois ou quatre jours avant que le Soleil soit dans le plan même de l'anneau, comme cela me parut en 1774, et l'on auroit $5^s\ 17^\circ\ 9'$. Si l'on suppose la disparition le 15, on aura $5^s\ 17^\circ\ 26'$.

La dernière réapparition est arrivée le 29 janvier 1790, suivant M. Messier, qui fut comme assuré de voir l'anse orientale ; le 30, suivant M. Mechain et M. Carochez, à Passy. Il fut apperçu le 1er février à Paris, par M. Cassini. M. Strzecki, à Vilna, ne le voyoit plus le 31 janvier. M. l'abbé Bystrzycki,

Bystrzycki, à Varsovie, estima la réapparition du 2 au 3 février. M. Slop le fils, adjoint de M. son pere, astronome célèbre de Pise, le vit le 31 janvier, avec un télescope de sept pieds de M. Herschel; le ciel avoit été couvert le 30. M. de Saint-Jacques, à Marseille, commença le 29, à soupçonner l'apparition; le 30 elle n'étoit plus douteuse. M. Maskelyne le vit le 31; mais il présume qu'il l'auroit vu le 30 si le ciel eût été très-serein.

M. Megnié ne l'a vu à Madrid que le 2 février, ainsi que M. Bernard en Provence.

Si l'on suppose le 30 janvier, la longitude de Saturne étant $11^s\ 20^\circ 41'$, et sa latitude $2^\circ 4'$, la distance au nœud se trouve $3^\circ 59'$, et le nœud sur l'écliptique $5^s\ 16^\circ 42'$, comme par la première observation. Si l'on prend le 2 février on aura $5^s\ 17^\circ 1'$.

Ces résultats sur le lieu du nœud diffèrent beaucoup plus que ceux que j'avois en 1774; l'observation du 28 août, qui semble la meilleure (par l'accord des différens observateurs, et le beau temps qu'on avoit) donne $52'$ de moins que les observations de 1774 : c'est ce qui m'a empêché de lui donner la préférence. Celle de M. d'Angos s'en rapproche davantage. Si l'on prend le milieu entre les résultats du 28 août et du 5 octobre, on a $5^s\ 16^\circ 42'$, comme par celles du 4 mai et du 30 janvier. Mais ce résultat donne encore $35'$ de moins que les observations de 1774 réduites à 1789. La première observation supposée au 9 mai, et celle du mois d'octobre, en la supposant le 5, s'en rapprochent davantage. On peut donc évaluer à un quart de degré l'incertitude qui nous reste sur cet élément. J'espérois qu'elle pourroit être levée par les observations de M. Herschel, puisque, avec son télescope de quarante pieds, il a continué de voir l'anneau pendant tout le temps que nous l'avons perdu de vue. Mais par cela même, il n'a pas eu d'indication précise des jours où la Terre passoit dans le plan de l'anneau. Je m'en tiendrai à $5^s\ 16^\circ 53'$ pour 1789 sur l'écliptique.

Il pourroit y avoir 2′ à ajouter aux longitudes de Saturne que j'ai prises dans le *Nautical almanac*; mais cette différence est petite en comparaison de celle qui se trouve entre les résultats des quatre observations.

M. Bugge m'écrivoit le 16 février, qu'il avoit observé l'aplatissement de Saturne d'environ un tiers du diamètre de l'équateur. Le rapport de l'axe au diamètre de l'équateur étant de 100 à 148, par le résultat de 160 observations, au moyen d'un micromètre où l'on peut estimer les quarts de seconde. Au commencement de février 1789 le plus grand diamètre étoit de 14″ 5, et le plus petit 10″ 5; au commencement de décembre, ces diamètres étoient 9″ 6 et 6″ 4: il en conclud que la rotation de Saturne doit être d'environ 6 heures. Il est vrai que c'est dans le temps où l'anneau de Saturne ne paroît point, que l'on a le plus de facilité pour mesurer le diamètre équatorial de Saturne. Mais M. Herschel n'a trouvé l'aplatissement que d'un onzième, et cela me paroît plus vraisemblable.



MÉMOIRE

Sur les Crystaux appellés communément pierres de croix.

PAR RENÉ-JUST HAUY.

RIEN n'est si ordinaire que de trouver des crystaux qui paroissent se pénétrer mutuellement, à la manière de deux solides géométriques qui ont une partie commune. Cet accident a lieu, lorsque les centres de plusieurs crystaux naissans sont à de petites distances les uns des autres, et que ces crystaux, en prenant de l'accroissement, parviennent à se toucher, en sorte qu'ils ne peuvent plus continuer de croître sans que leurs faces ne s'entrecoupent. Lorsque ces crystaux sont prismatiques, il arrive assez souvent qu'ils divergent entre eux depuis leurs bases inférieures, où leurs axes se croisent à une certaine hauteur, en formant de part et d'autre des angles opposés par leur sommet.

Mais dans les grouppes que nous offrent la plupart des especes de minéraux, cette intersection des axes se fait sous des inclinaisons qui varient continuellement, et la disposition respective des prismes ne paroît être le résultat d'aucune loi uniforme à laquelle on puisse la ramener.

Il n'en est pas de même des crystaux connus sous le nom de *pierres de croix* (1), et qui se trouvent abondamment, comme l'on sait, dans plusieurs endroits de la Bretagne. Ces

(1) Pierre de croix, Daub. tabl. minér. Schorl. cruciforme, ou pierre de croix, Delisle, crystal. t. 2, p. 435. Buffon, Hist. nat. des minér. édit. *in*-12, t. 6, p. 282. *Basaltes, crystallisatus rubrofuscus, Valler. ed.* 1778, *t.* 1, *p.* 320. The basler tauffstein, Cronst. §. 74-4. *Lapis crucifer seu cruciatus, Mercati, Metall. vasic. p.* 238.

crystaux, que l'on a rangés jusqu'ici sans fondement parmi les schorls, sont des prismes droits hexagones, dont les bases ont deux angles de 129° 30′, et les quatre autres de 115° 15′. Ces mêmes prismes se croisent ordinairement deux à deux, quelquefois trois à trois, et cette jonction a lieu de deux manières. Tantôt les prismes qui, dans ce cas, ne sont qu'au nombre de deux, ont leurs axes et en même temps deux de leurs pans perpendiculaires l'un sur l'autre. Tantôt la jonction se fait sous un angle obtus, d'une part, et aigu de l'autre, et les différentes obliquités qui en résultent par rapport aux incidences respectives des pans, présentent au premier coup-d'œil un assortiment compliqué, dans lequel on n'a pas soupçonné jusqu'ici qu'il y eût rien d'uniforme et de symétrique. Mais en examinant avec soin la disposition mutuelle des prismes, dans ce second cas, j'ai remarqué d'abord que quand il n'y en avoit que deux, les axes se coupoient sous des angles de 120-60°, et quand il y en avoit trois, tous les angles formés par les intersections des axes étoient de 60°, et représentoient les rayons obliques d'un hexagone régulier. De plus, les pans qui, dans la première variété, tombent à angle droit l'un sur l'autre, ainsi que nous l'avons dit, conservoient dans celle-ci l'analogie de la position des axes, et donnoient aussi, par leur incidence, les angles de 120-60°; ce qui est d'autant plus remarquable, que les perpendiculaires menées sur la commune section de ces pans, et qui mesurent leur inclinaison mutuelle, ne sont point parallèles aux axes.

Enfin, six des premières sections considérées successivement sur les six pans de chaque prisme, formoient le contour d'un hexagone régulier. Tous les angles dont je viens de parler m'ont paru être constamment les mêmes, sur une multitude de crystaux que j'ai eus entre les mains.

Il résulte de cet exposé que dans la première variété, c'est l'angle droit qui domine, et dans la seconde, c'est l'angle de 60°, quoiqu'on y observe aussi plusieurs angles droits

formés par les incidences des communes sections l'une sur l'autre. On ne pourroit rendre raison *à priori*, de cette alternative à laquelle sont bornées les positions respectives des crystaux de cette espèce, qu'en remontant jusqu'aux lois primitives de la crystallisation, si ces lois nous étoient connues. Au défaut de cette connoissance, j'ai cherché du moins s'il n'existoit pas, dans les lois de la structure des crystaux, une cause secondaire de l'alternative dont il s'agit, et cette recherche m'a paru d'autant plus intéressante, qu'elle pouvoit fournir une application de la théorie à l'un des cas les plus compliqués de la crystallisation, et qui, par cette raison, sembloit devoir être ramené plus difficilement à cette théorie. Je vais donner d'abord une idée de la marche que j'ai suivie, ainsi que du résultat auquel je suis parvenu.

Je crois pouvoir établir pour principe que les angles de 90° et de 60° sont deux espèces de limites très-ordinaires dans la production des crystaux. C'est ce qu'on concevra aisément, en faisant attention qu'un assez grand nombre de minéraux, très-différens par leur composition intime, affectent les uns la forme cubique, dont tous les angles sont droits, les autres celle de l'octaèdre régulier, dont toutes les faces ont leurs trois angles de 60°. De plus, les mêmes angles de 90° et de 60° se retrouvent dans certaines incidences mutuelles des faces, ou parmi certains angles-plans d'une multitude de crystaux, soit primitifs, soit secondaires, qui diffèrent d'ailleurs du cube ou de l'octaèdre, ensorte que leur multiplicité paroît annoncer, de la part des agens de crystallisation, une tendance marquée vers les résultats qui y conduisent.

Or, l'existence de ces angles, dans la jonction des prismes de pierre de croix, se concilie avec les lois de structure les plus simples et les plus régulières, et cela par une suite de la figure particulière des molécules, c'est-à-dire que la crystallisation trouve ici, pour ainsi parler, un accès libre et très-facile vers ces mêmes limites, qui lui sont d'ailleurs

si familieres. Ce concours favorable des circonstances, que je me propose de démontrer, peut donc nous aider à concevoir comment la marche de la crystallisation, qui semble se jouer de mille manières, dans la jonction des autres crystaux prismatiques, se trouve ici restreinte à deux résultats particuliers, qui n'admettent aucun intermédiaire.

Avant d'aller plus loin, il ne sera pas inutile de considérer, en général, la manière dont les communes sections des pans de deux prismes hexagones qui se croisent, sont assorties entre elles. Concevons que la fig. Iere représente ces deux prismes. On voit que l'assemblage est composé de quatre segmens semblables, qui se réunissent par leurs parties inférieures autour de deux points communs, savoir E et le point opposé derrière le crystal. Les *fig.* 2 et 3 représentent deux de ces segmens, dont les parties inférieures sont terminées par les lignes continuement anguleuses E*rqycp*, E*nxyhm*. Nous supposerons quelquefois dans la suite, mais seulement pour la facilité des démonstrations, que l'un quelconque des deux prismes, par exemple le prisme O*gdz* (*fig.* 1) soit continu, et qu'il n'existe de l'autre prisme que les portions excédentes, qui peuvent toujours être représentées par les figures 2 et 3, en supposant seulement que les surfaces inférieures soient prises de manière qu'elles emboîtent le prisme O*gdz* (*fig.* 1), à l'endroit des communes sections E*m*, E*p*, E*n*, E*r*, etc. (1). Daprès cela, il sera facile de voir que parmi les six communes sections qui appartiennent (*fig.* 2) à l'un quelconque des segmens de prisme dont nous avons parlé, deux qui sont contiguës entre elles, savoir E*n*, E*m*, tombent

(1) Dans l'hypothèse de quatre segmens, les surfaces inférieures sont composées de deux plans, terminés extérieurement, l'un par les lignes E*m*, *mh*, *hy* (*fig.* 2), et l'autre par les lignes E*n*, *nx*, *xy*. Dans la seconde hypothèse, elle sont composées de trois plans, savoir deux triangles *nxy*, E*mh*, et un quadrilatère renfermé entre les lignes E*n*, *hy*.

sur le pan MUIK (*fig.* 1) du prisme continu, ou censé tel. Deux autres, savoir *mh*, *xn*, qui sont séparées sur des pans opposés du segment, coupent le pan OMK*z*, et les deux dernières *xy*, *hy*, qui sont contiguës comme les premières, tombent sur le plan adjacent à OM, et qui a pour côté supérieur la ligne O*b*. La même chose a lieu par rapport aux six communes sections *qr*, E*r*, E*p*, etc. (*fig.* 3), dont il est facile de faire le rapprochement avec les pans du prisme continu.

De plus, si on considère l'effet des douze communes sections sur le prisme continu O*gdz* (*fig.* 4), on trouvera qu'elles forment deux contours hexagones E*mhyqr*, E*pcyxn*, qui s'entrecoupent aux points E, *y*. Or, il est facile de prouver que les côtés de chacun de ces contours sont sur un même plan, quelsque soient les angles des bases du prisme, pourvu que ces bases aient leurs côtés parallèles deux à deux. Prenons pour exemple l'hexagone E*pcyxn*. Concevons que les quatre pans OMK*z*, O*bγz*, U*gd*I, *g*Z*εd* se prolongent jusqu'à ce qu'ils se rencontrent. Soit OB*gdsz* (*fig.* 5) le prisme quadrilatère qui en résultera. Soient *xb*, *bp*, *pl*, *yx*, les quatre communes sections relatives aux mêmes pans, et prolongées aussi jusqu'à ce qu'elles se touchent (1). Les sections *nx*, *cp*, d'une part (*fig.* 4), et *xy*, E*p* de l'autre, étant formées par des pans du prisme non-continu, lesquels sont parallèles deux à deux, il est évident que le quadrilatère *lxbp* (*fig.* 5), composé de ces sections prolongées, sera sur un seul plan. Donc si l'on rétablit maintenant les deux plans supprimés, les lignes *cy*, E*n*, dont les extrémités marqueront les intersections de ces pans sur le quadrilatère *lxbp* auront la même position que celles qui sont marquées

(1) Si l'autre prisme devenoit de même quadrilatère, les quatre lignes dont il s'agit seroient toujours les communes sections des deux prismes, où il suit qu'elles doivent se rencontrer.

des mêmes lettres (*fig.* 4), d'où l'on conclura que tout le contour de l'hexagone $x n E p c y$ est sur un seul plan.

Si l'on suppose les deux prismes interrompus, et l'assemblage composé de quatre segmens, comme nous l'avons dit, les deux hexagones formeront les surfaces inférieures des segmens, ensorte que pour détacher ceux-ci et les isoler, il suffiroit de faire passer deux plans coupans dirigés comme les deux hexagones.

Or, ce sont ces hexagones qui se trouvent situés dans l'un et l'autre prisme des pierres de croix, d'après les lois de décroissement les plus simples; c'est-à-dire que les quatre segmens de prisme sont réunis entre eux, comme si leurs faces de jonction étoient produites en vertu de ces mêmes lois. Je ne prétends pas que le mécanisme d'après lequel les molécules des deux prismes se combinent, à l'endroit où ces prismes paroissent se pénétrer, soit précisément celui que suppose l'aspect sous lequel j'envisage ici la chose. Mon seul but est de proposer une manière de lier ensemble et de réunir dans une même vue deux résultats aussi éloignés en apparence que le sont, d'une part, la formation d'un crystal isolé, et de l'autre la jonction de deux prismes qui s'entrecoupent mutuellement.

Les lois de structure dont j'ai parlé se bornent ici à celles qui déterminent des décroissemens par une, deux et trois rangées de molécules. Dans la variété où les prismes se croisent sous l'angle de 60°, un des hexagones est dirigé d'après la combinaison de deux de ces lois, au lieu que les directions des autres hexagones ne supposent qu'une seule loi. Mais ces sortes de combinaisons de deux lois simples qui concourent à la production d'une même face, ne sont pas absolument sans exemple, même dans les crystaux solitaires, quoiqu'elles y soient très-rares.

Je passe maintenant au développement des résultats que je viens d'indiquer, et j'adopterai pour les crystaux qui en sont l'objet, la dénomination de *croisette*, plus précise que celle

celle de *pierre de croix*, en employant les expressions de *croisette en equerre* et *croisette en sautoir*, pour désigner les deux positions qu'affectent les prismes, suivant que leurs axes font entre eux un angle droit ou un angle de 60°.

Croisette en equerre. (fig. 6).

Je supposerai, pour un instant, les prismes isolés, comme on les rencontre quelquefois. Soit AHXT (*fig.* 8), un de ces prismes. Ayant mesuré avec soin les inclinaisons respectives des pans, j'ai trouvé que quatre d'entre eux étant pris deux à deux, tels que BDTQ, FDTX, d'une part, et AHZR, GHZY de l'autre, faisoient, comme je l'ai dit, un angle qui étoit de 129° 30′, d'où il résulte que les quatre angles DBA, FGH, etc. sont chacun de 115° 15′.

Ces prismes se divisent, quoiqu'un peu difficilement, dans des sens parallèles aux pans FGYX, BARQ, et plus difficilement encore par des sections parallèles aux quatre autres pans, qui font entre eux l'angle de 129° 30′. Je n'ai pu obtenir de divisions dans le sens des bases. Mais la simplicité des lois de structure auxquelles on parvient, en supposant que ces bases soient à angle droit sur les pans, rend cette hypothèse très-vraisemblable.

Il suit de là que la forme primitive est un prisme droit LN (*fig.* 7), dans lequel la grande diagonale LU de la base est à la petite, comme trois fois le côté d'un quarré est à sa diagonale, ou comme $3 : \sqrt{2}$. Car en adoptant ce rapport, on trouve 64° 45′ pour l'angle LBS, et par conséquent 129° 30′ pour l'angle LBU, conformément à l'observation.

On voit, d'après la division mécanique du crystal, que la molécule intégrante est un prisme droit triangulaire, semblable aux deux que l'on obtiendroit en divisant la forme primitive sur les diagonales BX, GM; et il est bien clair par la comparaison de ce prisme avec la molécule des schorls,

telle que je l'ai déterminée dans un autre mémoire (1), que les croisettes font une espèce à part, sensiblement distinguée d'avec celle du schorl.

Quant au rapport entre la hauteur BG de la forme primitive et les dimensions des bases, il seroit à desirer que l'on pût la déterminer, comme dans un très-grand nombre d'autres espèces de minéraux, d'après différentes lois de décroissemens, données par les variétés de formes secondaires; mais jusqu'ici je n'ai observé qu'une seule de ces variétés, qui dépend d'une facette dont je parlerai à l'article des croisettes en sautoir. C'est en supposant cette facette produite par un décroissement de deux rangées, (ce qui donne $\frac{1}{6}$ pour le rapport entre BG et LU) que l'on parvient aux lois simples que j'ai annoncées relativement à la position des hexagones produits par les communes sections des pans des deux prismes. D'ailleurs, dans la même hypothèse, si on évalue les différentes faces de la molécule intégrante, représentée par le prisme triangulaire LBXMGA (*fig.* 7). On aura, BGMX $= 1\sqrt{8}$, LBGA $= 1\sqrt{11}$, et LBX $= 3\sqrt{2} = \sqrt{18}$. Or les sections qui se font parallèlement au premier rectangle étant moins difficiles que celles qui sont parallèles au second, et celles qui seroient dans le sens des bases se refusant à la division mécanique, on voit que cette gradation est en analogie avec les surfaces considérées relativement à leur étendue, comme j'ai remarqué ailleurs que cela avoit lieu communément dans les crystaux (2), ce qui fournit une nouvelle probabilité en faveur du rapport dont j'ai parlé.

La dépendance mutuelle qui existe entre les structures des deux prismes situés l'un sur l'autre à angle droit, est très-facile à concevoir. Supposons que l'un des deux ait son axe dans une position verticale, comme le représente la

---

(1) Mém. de l'Acad. ann. 1787, pag. 92 et suiv.

(2) Essai d'une théor. sur la structure des crystaux; notes des pag. 51 et 124.

figure 6. On voit par la comparaison de cette figure avec la *figure* 8, que les quadrilatères BDC*c*, RCTQ d'une part, et DC*o*F, CPXT de l'autre, appartiennent aux pans du prisme qui font entre eux l'angle de 129° 30′, et que les quadrilatères FGN*o*, PVYX, appartiennent aux pans qui font avec les précédens des angles de 115° 15′.

Dans le second prisme dont l'axe tombe à angle droit sur celui du premier, et par conséquent est situé horizontalement, les quadrilatères KL*e*I, MN*o*U, appartiennent au pan qui correspond à FGYX (*fig.* 8); les quadrilatères C*e*I*d*, C*o*U*g*, d'une part, et CRS*d*, CPZ*g* de l'autre, appartiennent aux pans qui font entre eux l'angle de 129° 30′; par où l'on voit que les prismes se croisent de manière que les parties analogues gardent respectivement la plus grande symétrie possible.

Il n'est pas moins aisé de se représenter les positions des deux hexagones produits par les communes sections, et dont l'un a ses côtés formés par les lignes CR, C*o*, *o*N, et par les trois qui leur sont parallèles derrière le crystal. L'autre a deux de ses côtés représentés par C*e*, CP, et du reste il est en tout semblable et égal au premier, et de plus il affecte précisément la même position en sens contraire.

Ayant donc choisi l'unquelconque des deux hexagones, par exemple le premier, pour en déterminer la position, remarquons d'abord que la section *o*N étant parallèle au côté FG de la base, passe nécessairement entre des facettes de molécules, et se confond avec une suite d'arêtes qui appartiennent à ces facettes, ce qui est la position la plus simple que puisse avoir la section dont il s'agit, savoir celle où la loi de décroissement est nulle.

L'inclinaison du plan de lh'exagone étant dirigée vers le bas, il s'ensuit que cet hexagone est situé d'après un décroissement sur l'angle L, ou parallèlement à la petite diagonale BX (*fig.* 7) de la base LBUX. Cela posé, il est visible qu'à cause de l'égalité des angles *o*C*g*, *o*CD, le côté

E 2

vertical *fn* (*fig.* 9) du triangle mensurateur *fmn* sera égal à son côté horizontal *mn*. Or *fn* est parallèle à B G (*fig.* 7), dont l'expression est 1, et mesure l'excès en hauteur d'une lame sur l'autre. *mn* est parallèle à L S = 3, et mesure la différence en largeur d'une lame avec l'autre. Donc l'action du décroissement s'exerce dans le sens de la hauteur, et l'on aura *mn* = LS = 3, *fn* = 3BG = 3, c'est-à-dire que le décroissement a lieu par trois rangées.

Remarquons en finissant cet article, que par une suite nécessaire de l'égalité des angles *o* C P, *e* C *o*, les deux hexagones se coupent à angle droit.

Croisette en sautoir.

Cette seconde variété auroit, dans son genre, la même simplicité que la précédente, si la section *o* N restant perpendiculaire sur F X, les pans F G Y X, M U I K pouvoient diverger entre eux, en faisant des angles de 120-60°, de manière que cette nouvelle position s'accordât avec les lois de décroissemens ordinaires. Mais aucune loi n'est même admissible dans cette hypothèse; car soit *lpz* (*fig.* 10), le triangle mensurateur, dans lequel *plz* représente l'angle formé par le plan F G Y X, qui est toujours censé vertical, avec le plan M U I K, qui seul auroit changé de position. Donc on aura $plz = 60°$, et par conséquent $pl : pz :: 1 : \sqrt{3}$. Or ce rapport étant irrationnel, il est évident qu'il ne peut représenter celui d'aucunes fonctions de B G et L S (*fig.* 7) qui sont en rapport commensurable.

Mais si les deux pans F G Y X, M U I K, prennent une telle position que leur commune section devienne oblique par rapport aux arêtes F X, I U, alors il pourra y avoir tel degré d'obliquité sous lequel les deux axes feront entre eux des angles de 120-60°, qui se concilieront avec des lois régulières de décroissement.

Dans ce nouvel arrangement, la commune section E *m*

(*fig.* 1), qui répond à *o* N (*fig.* 6), fait avec F X un angle aigu F E *m* d'une part, et un angle obtus *m* E X de l'autre, dont nous déterminerons bientôt les valeurs. De plus, le trapèze F E *m*G fait avec le trapèze M *m* E U un angle de 120°. Et enfin, les angles G *m* M, ou F E U, etc. évidemment égaux à ceux que forment les deux axes, sont de 60°.

J'observerai, avant d'aller plus loin, que les angles solides D, T, A, etc. (*fig.* 1 et 8), à la rencontre des bases avec les pans qui font entre eux l'angle de 129° 30′, sont quelquefois remplacés par une facette triangulaire *s l r* (*fig.* 8), dont l'inclinaison sur la base B A H G F D, est d'environ 125°. Or cette facette résulte d'une loi de décroissement par deux rangées en hauteur, sur l'angle B (*fig.* 7). Car soit *k l h* (*fig.* 11) le triangle mensurateur dans lequel on aura, par l'hypothèse, $kl = 2BG$ (*fig.* 7) $= 2$, $hl = BS = \sqrt{2}$. D'après ces données on trouve l'angle *k* de 35° 16′, d'où il suit que l'inclinaison de la facette *s r l* (*fig.* 8), sur la base du prisme est de 125° 16′.

Maintenant ayant pris pour données l'angle de 120° formé par l'incidence des trapèzes F E M *g*, M *m*E U l'un sur l'autre, et l'angle de 60° formé par l'intersection des axes, ou, ce qui revient au même, par celle des arêtes F X, U I, cherchons d'abord la direction de la section E *m* sur l'un quelconque des deux pans F G Y X, M U I K, cette direction étant la même de part et d'autre.

Soient F E M *g*, G *m* E U (*fig.* 12) les mêmes trapèzes que *fig.* 1. Du point *m* menons *m h*, *m d*, perpendiculaires sur E *m*. Menons aussi la base *d h* du triangle isocele *h m d*, puis sa hauteur *m o*. L'angle *h m d* mesurant l'inclinaison respective des deux trapzées, qui est de 120°, nous aurons $hmo = 60°$. Donc $oh = hm\sqrt{\frac{1}{4}}$. De plus, à cause que $hEo = 30°$, $Eh = 2oh = hm.\, 2\sqrt{\frac{3}{4}} = hm\sqrt{3}$. Donc $Eh : hm :: \sqrt{3} : 1$. Soit menée *m t* (*fig.* 1 *et* 12) perpendiculaire sur EF. Nous aurons, $Em : mt :: Eh : hm :: \sqrt{3} : 1$;

et par conséquent, E*t* : *mt* :: $\sqrt{2}$: 1. Or ce rapport est précisément le même que nous avons trouvé entre les côtés *kl*, *hl* (*fig.* 11) du triangle mensurateur relatif à une facette donnée par un décroissement de deux rangées en hauteur sur l'angle B (*fig.* 7). Concluons de là que la section E*m* (*fig.* 1) est dirigée parallèlement à la hauteur du triangle *slr* (*fig.* 8), qui représente cette facette, et que l'angle *m*EU (*fig.* 1) est de 35° 16′, comme l'angle *hkl* (*fig.* 18).

Il s'agit à présent de déterminer les positions des deux hexagones *hm*E*rqy*, *xn*E*pcy* (*fig.* 4), formés par les communes sections des pans des deux prismes (*fig.* 1). Sur quoi j'observe d'abord que les directions de deux communes sections prises dans un même hexagone étant données, la position du plan de l'hexagone est par là même déterminée. Cela posé, ayant déja la direction de la section E*m*, il suffira de déterminer encore celle E*p*, tant sur le plan UE*pg* que sur le plan E*p*YX, et celle de la section E*n* sur l'un quelconque des plans DFE*n*, IE*n*K; car nous verrons bientôt que tout le reste s'en suit de ces quatre résultats.

Ayant mené *mu*, *ul* (*fig.* 1), perpendiculaires sur EU, ou, ce qui revient au même, parallèles à MU, U*g*, concevons une pyramide triangulaire *emhu* (*fig.* 13), qui ait son sommet au point *u* (*fig.* 1), et dont les faces latérales soient, l'une le triangle rectangle *eum*, le même que E*um* (*fig.* 1), et deux autres triangles *euh*, *muh*, l'un rectangle, l'autre scalène (*fig.* 13), formés par les plans E*ul*, *mul* (*fig.* 1), prolongés convenablement.

Menons la hauteur *ua* du triangle *eum*, puis la hauteur *uo* de la pyramide, et enfin les lignes *ao*, *mo*, *eod*, et la ligne *du* qui se trouvera perpendiculaire sur *eu*, puisque cette dernière ligne est elle-même perpendiculaire sur le plan *muh*.

D'après ce qui a été dit plus haut, nous pouvons faire $eu = \sqrt{2}$, $um = 1$, $em = \sqrt{3}$. Or *em* : *eu* :: *um* : *au*;

ou bien, $\sqrt{3} : \sqrt{2} :: 1 : au = \sqrt{\tfrac{2}{3}}$. Et à cause que l'angle $uao = 60°$, comme étant le supplément de celui que forment entre eux les plans EmMU, EmGF (*fig.* 1), $au : uo :: 2 : \sqrt{3}$. Ou, $\sqrt{\tfrac{2}{3}} : uo :: 2 : \sqrt{3}$. Donc $uo = \sqrt{\tfrac{1}{2}}$. $eo = \sqrt{\overline{eu}^2 - \overline{uo}^2} = \sqrt{2 - \tfrac{1}{2}} = \sqrt{\tfrac{3}{2}}$. $eo : eu :: uo : du$; ou, $\sqrt{\tfrac{3}{2}} : \sqrt{2} :: \sqrt{\tfrac{1}{2}} : du = \sqrt{\tfrac{2}{3}}$. Donc $dm = \sqrt{\overline{um}^2 - \overline{du}^2} = \sqrt{1 - \tfrac{2}{3}} = \sqrt{\tfrac{1}{3}}$.

Cherchons aussi la valeur de uh. Ayant prolongé mu indéfiniment, menons hp qui lui soit perpendiculaire. Il est aisé de concevoir que pu est dans le sens de BS (*fig.* 7), et uh dans le sens de LB. D'où il suit que le triangle rectangle hpu est semblable au triangle rectangle LSB. Donc $pu : ph ::$ BS : LS $:: \sqrt{2} : 3$. Donc $pu = ph\sqrt{\tfrac{2}{9}}$.

Or les triangles mdu, mph étant semblables de leur côté, à cause de l'angle commun m, et des angles droits p, d, on a la proportion $dm : du :: um + pu : ph$; ou, $\sqrt{\tfrac{1}{3}} : \sqrt{\tfrac{2}{3}} : 1 + ph\sqrt{\tfrac{2}{9}} : ph$. D'où l'on tire, $ph = \sqrt{18}$. $pu = ph\sqrt{\tfrac{2}{9}} = \sqrt{18}.\sqrt{\tfrac{2}{9}} = 2$. $uh = \sqrt{\overline{pu}^2 + \overline{ph}^2} = \sqrt{4 + 18} = \sqrt{22}$.

Donc dans le triangle meh, $em = \sqrt{3}$; $eh = \sqrt{\overline{eu}^2 + \overline{uh}^2} = \sqrt{2 + 22} = \sqrt{24}$. $mh = dm + dh = \sqrt{\tfrac{1}{3}} + \sqrt{\overline{uh}^2 - \overline{du}^2} = \sqrt{\tfrac{1}{3}} + \sqrt{22 - \tfrac{2}{3}} = \sqrt{27}$. Donc l'angle meh ou mEp (*fig.* 1) est droit.

Il suit de là que l'angle pEX est le complément de l'angle FEm. Donc si l'on mene $p\gamma$ perpendiculaire sur EX, on aura, $p\gamma$: Eγ :: Mu : Eu $:: 1 : \sqrt{2}$. D'où l'on conclura que la section Ep, considérée sur le plan FGYX, est parallèle à la hauteur d'une facette qui seroit produite par un décroissement d'une simple rangée sur l'angle X (*fig.* 7) de la base de la forme primitive.

D'après les valeurs trouvées ci-dessus, nous avons (*fig.* 13), $eu : uh :: \sqrt{2} : \sqrt{22} :: 1 : \sqrt{11}$. Or, ayant mené $p\zeta$ (*fig.* 1), perpendiculaire sur EU, nous aurons

aussi $E\zeta : p\zeta :: 1 : \sqrt{11}$. Mais $E\zeta$ est dans la direction de BG (*fig.* 7), et $p\zeta$ dans celle de BU, d'où il suit que la section E*p*, considérée sur le pan U*gp*E, est dirigée parallèlement au côté d'une face produite par un décroissement d'une simple rangée sur l'angle B (*fig.* 7).

Il est facile de déduire, de ce qui précède, la position de la section E*n*. Car d'un côté les angles *m*EF, *m*EU sont égaux. De l'autre le plan *n*EIK est le prolongement de *m*MUE. Enfin, l'angle formé par l'incidence de DFE*n* sur FG*m*E est le même que celui qui est formé par l'inclinaison mutuelle des plans *m*MUE, U*gp*E. Donc tout étant égal de part et d'autre, l'angle *m*E*n* sera droit, comme l'angle *m*E*p*.

Concluons de là que la section E*n*, considérée sur le plan MUIK, est dirigée parallèlement à la hauteur d'une facette triangulaire qui seroit produite par un décroissement de deux rangées, en hauteur, sur l'angle X (*fig.* 7) de la base LBUX, et que cette section considérée sur le plan DFE*n* est dirigée parallèlement au côté d'une facette produite par un décroissement d'une simple rangée sur l'angle B (*fig.* 7) de la même base. La différence des deux angles auxquels se rapportent les décroissemens, provient de ce que la section E*n* s'incline de haut en bas sur le plan MUIK, et de bas en haut sur le plan DFE*n*.

Nous pouvons maintenant déterminer les positions qu'ont sur les surfaces des prismes les deux hexagones formés par les communes sections, ainsi que les angles de ces hexagones. Prenons d'abord l'hexagone *xn*E*pcq* (*fig* 4). Puisque les côtés E*p*, E*n*, d'après ce qui a été dit, seroient sur le plan d'une face produite par un décroissement d'une simple rangée sur l'angle X (*fig.* 7), il en résulte que l'hexagone entier est censé être situé sur cette même face.

Je dis de plus que les angles de cet hexagone sont de 120°; ce qu'il suffira de prouver pour l'un de ces angles tel que *cp*E (*fig.* 4 *et* 14). Or, depuis le rapport $1 : \sqrt{11}$, pour les

les lignes Eζ, $p\zeta$ (*fig.* 1), l'expression de Ep, et par conséquent celle de son égale pc (*fig.* 4) sera $\sqrt{12}$. Mais Ec (*fig.* 14) = LU (*fig.* 7) = 6. Ayant mené pm perpendiculaire sur Ec, Em = 3. Donc Ep : Em :: $\sqrt{12}$: 3 :: 2 : $\sqrt{3}$. Donc Epm = 60° et Epc = 120°.

L'autre hexagone E$mhyqr$ (*fig.* 4), résulte, comme je l'ai annoncé, de la combinaison de deux lois simples de décroissement. Pour concevoir comment cela peut avoir lieu, supposons que la figure 15 représente le même prisme que celui de la figure 7, mais avec une hauteur plus considérable. Soit $hsrt$ un rhombe situé d'après une loi de décroissement par deux rangées en hauteur sur l'angle X de la base. Si l'on mene tu perpendiculaire sur GX, puis hz perpendiculaire sur AU, on aura, tu : ru :: hz : tz :: GN (*fig.* 7) : 2BG. Imaginons maintenant un décroissement de trois rangées en hauteur sur l'angle L (*fig.* 15), qui se combine avec le précédent. Le plan $hsrt$, pour se prêter à l'effet du double décroissement, s'abaissera vers N d'une part, et de l'autre s'élevera vers U, en restant fixe par la diagonale hr, de manière que sa nouvelle position étant $hs'rt'$, les distances tt', ss' seront égales chacune à 3BG (*fig.* 7). Donc ayant mené $t'u$, $t'x$ perpendiculaires l'une sur GX et l'autre sur BM, on aura $uu' = tt' =$ 3BG (*fig.* 7), $ru' =$ 5BG, et $hx = t't - tz =$ BG. Concevons enfin que le prisme, de quadrilatère qu'il étoit, devient hexagonal, comme celui de la figure 4, à l'aide de deux nouveaux plans qui interceptent les angles latéraux L, U, N, A, (*fig.* 15), parallèlement aux diagonales BX, GM. Les sections Em, qy de ces plans sur le quadrilatère $h's r t'$ seront parallèles à hr, et l'on aura ainsi l'hexagone E$mhyqr$, semblable à celui qui est marqué des mêmes lettres (*fig.* 4).

J'ai déja dit que l'on trouvoit, quoique très-rarement, même parmi les crystaux isolés, des exemples de ces lois mixtes de décroissement. Au reste la position de l'hexagone

qui en résulte est une suite nécessaire de celle de l'autre hexagone, qui est produit par la plus simple de toutes les lois. Mais ce qui est assez remarquable, c'est le rapport qui existe entre les angles que forment entre eux les côtés de l'hexagone E*mhyqr*, et ceux que forment quelques uns de ces mêmes côtés avec les arêtes du prisme. Pour déterminer ce rapport, observons qu'en faisant $t'x$ ou $t'u = \sqrt{11}$ (*fig.* 15), nous avons $r'u = 5$, et $hx = 1$. Donc $t'r = \sqrt{25 + 11} = \sqrt{36}$. Et $ht' = \sqrt{11 + 1} = \sqrt{12}$. De plus, si l'on mene hk perpendiculaire sur GX, on aura, $hk = \text{BX} = \sqrt{8}$. $rk = 2ru = 4\text{BG}$ (*fig.* 7) $= 4$. $hr = \sqrt{8 + 16} = \sqrt{24}$. Donc les trois lignes $t'r$, hr, et $t'h$ sont entre elles comme $\sqrt{3}$, $\sqrt{2}$ et 1, ce qui est précisément le même rapport que celui des trois lignes E*m*, E*u*, *um* (*fig.* 1), d'où il suit que l'angle *rhm* (*fig.* 15) est droit. Donc aussi E*mh*, *rqy* sont des angles droits comme l'angle U du trapèze M*m*EU (*fig.* 1), et les angles E, *y* (*fig.* 15) sont de 144° 44', comme l'angle M*m*E.

Un autre caractère de régularité qui dépend de la position respective des deux hexagones, consiste en ce qu'ils sont perpendiculaires l'un sur l'autre. Cette disposition est une suite nécessaire de l'incidence à angle droit de la ligne E*m* (*fig.* 1), qui fait partie de l'hexagone E*mhnqr* (*fig.* 15), sur les lignes E*p*, E*n*, qui appartiennent à l'autre hexagone.

Revenons à ce dernier hexagone. Concevons que les dimensions du prisme soient dans un tel rapport entre elles, que l'on ait MU ou *bz* (*fig.* 1) = BX (*fig.* 7), et que chacun des quatre autres côtés OM, U*g*, etc. (*fig.* 1) soit égal à BU (*fig.* 7), ou a $\sqrt{11}$, ce qui tend à mettre la plus grande régularité possible dans la forme du prisme, puisqu'alors chacune de ses bases est semblable à l'hexagone que l'on obtiendroit, en interceptant les angles L, U (*fig.* 7) du rhombe LBUX, par deux lignes menées sur les milieux des côtés BL, BU, parallèlement à la diagonale BX. Or, il est facile de prouver que, dans ce cas, tous les côtés de

l'hexagone *xnEpcy* (*fig.* 4) sont égaux. Prenons les deux côtés E*p*, E*n*. Ayant mené *pa*, E*l*, perpendiculaires l'une sur UI, l'autre sur MK, nous aurons par l'hypothèse $ap = \sqrt{11}$, $El = \sqrt{8}$. De plus, en vertu des lois de décroissement, $ap : Ea :: \sqrt{11} : 1$. Et $El : ln :: \sqrt{2} : 1 :: \sqrt{8} : 2$. Donc $Ea = 1$, et $ln = 2$, d'où l'on conclura que $Ep = \sqrt{12} = En$.

Ce résultat nous conduit à un autre, fondé sur ce que les mêmes côtés de l'hexagone sont communs aux deux prismes. Par exemple, le côté E*p* appartient à la fois au pan U*gd*I (*fig.* 1) du prisme O*gdz*, et au pan FGYX de l'autre prisme. De même le côté E*n* appartient en même temps au pan MUIK et au pan DFXT. Donc puisque l'on a $Ep = En$, il s'ensuit que les pans homologues des prismes, tels que MUIK, FGYX d'une part, et U*gd*I, DFXT, de l'autre, sont égaux entre eux, et que les prismes eux-mêmes sont égaux et semblables. Il s'en faut de beaucoup que cela ait toujours lieu dans la nature, et souvent même les pans des deux prismes, par une suite des rapports variables qui existent entre leurs dimensions respectives, se croisent de manière que les portions d'arêtes EU, EI, ou EF, EX, etc. ne sont plus sur un même alignement, et que les communes sections prises six à six, ne se trouvent plus dans le même plan, quoiqu'elles soient toujours parallèles aux directions qu'elles auroient si elles formoient de véritables hexagones. Mais ces défauts de régularité proviennent de ce que l'opération de la nature, dans ce cas comme dans beaucoup d'autres relatifs à la crystallisation, est génée par des causes accidentelles qui la détournent du but auquel elle arriveroit sans doute, si les forces dont elle dépend jouissoient de toute leur liberté.

Je terminerai ce Mémoire par le développement de l'un des quatre segmens (*fig.* 2), qui par leur réunion composent l'assemblage représenté *figure* 1, et par l'indication des angles

que forment les incidences mutuelles des plans de ces segmens, considérés dans l'un et l'autre prisme.

Ayant tracé le rhombe LBUX (*fig.* 7, d'après cette donnée que LU est à BX comme le triple du côté d'un quarré est à la diagonale, menez l'indéfinie H ζ (*fig.* 16); divisez cette ligne aux points H, A, B, etc. en six parties, de manière que chacune des divisions AH, BD, DF, GH, soit à chacune des divisions AB, FG, dans le rapport de BU à BX (*fig.* 7). Elevez ensuite sur la ligne H ζ (*fig.* 16), aux points de divisions, des perpendiculaires indéfinies Hl, Ay, etc. Puis ayant déterminé à volonté la distance Hh (*fig.* 2), tracez la ligne anguleuse $hyxn$Emh', en observant que lo, δx, εh étant autant de parallèles à la ligne HH', il faut que l'on ait $hl = 5$, $x\omega = 2$, $n\lambda = 1$, $m\delta = 4$, et $m\varepsilon = 1$. Ce sera le développement cherché.

Voici les valeurs des angles plans de ce développement. Hhy = 146° 26'. Bxy = 125° 16'. Dnx = DnE = Gmh' = 106° 47'. GmE = 144° 44'.

Quant aux angles formés par les incidences respectives des plans des deux prismes (*figure* 1) ayant déja 120° pour celle de MmEU sur GmEF, on trouve pour celle de UEpg sur XEpY, 148° 32'; pour celle de BDnx sur Knxz, 117° 3', et pour celle de ErTX sur ErdI, 129° 32', ce qui donne toutes les autres inclinaisons, qui ne sont que la répétition des précédentes.

MÉMOIRE

SUR LE FLUX ET REFLUX DE LA MER.

PAR PIERRE-SIMON LA PLACE.

I.

Les rapports des phénomènes des marées, aux mouvemens du soleil et de la lune, ont été connus des anciens, et indiqués par Pline le naturaliste, avec une précision remarquable pour son temps ; mais la vraie cause de ces phénomènes a été pour la première fois, exposée par Newton, dans son admirable ouvrage des Principes. Ce grand géomètre ayant découvert la loi de la gravitation universelle, apperçut bientôt que les mouvemens des eaux de la mer étoient une suite de leur inégale pesanteur vers le soleil et vers la lune. Pour en déterminer les loix, il supposa la mer en équilibre à chaque instant sous l'action de ces deux astres, et cette hypothèse qui facilite extrêmement les calculs, lui donna des résultats conformes, à beaucoup d'égards, aux observations. L'Académie des Sciences proposa cette matière pour le sujet d'un prix en 1740. Les pièces couronnées renferment des développemens de la théorie newtonienne, fondés sur la même hypothèse de la mer en équilibre sous l'action des astres qui l'attirent. Il est visible cependant que la rapidité du mouvement de rotation de la terre empêche les eaux qui la recouvrent, de

prendre à chaque instant la figure qui convient à l'équilibre des forces qui les animent ; mais la recherche des oscillations qui résultent de ce mouvement combiné avec l'action du soleil et de la lune, offroit des difficultés supérieures aux connoissances que l'on avoit alors dans l'analyse et sur le mouvement des fluides. Aidé des découvertes que l'on a faites depuis sur ces deux objets, j'ai repris dans nos Mémoires pour les années 1775 et 1776, ce problême, le plus épineux de toute la mécanique céleste. Les seules hypothèses que je me suis permises, sont que la mer inonde la terre entière, et qu'elle n'éprouve que de légers obstacles dans ses mouvemens. Toute ma théorie est d'ailleurs rigoureuse et fondée sur les principes du mouvement des fluides. En me rapprochant ainsi de la nature, j'ai eu la satisfaction de voir que mes résultats se rapprochoient des observations, sur-tout à l'égard du peu de différence qui existe entre les deux marées d'un même jour, vers les sisygies des solstices ; différence qui, suivant la théorie de Newton, seroit très-considérable dans nos ports. Ces résultats, quoique fort étendus, sont encore restreints par les suppositions précédentes, et ne représentent pas exactement les observations. La manière dont l'Océan est répandu sur la surface de la terre, l'irrégularité de sa profondeur, la position et la pente des rivages, leurs rapports avec les côtes qui les avoisinent, les courans, les résistances que les eaux de la mer éprouvent, toutes ces causes qu'il est impossible d'assujettir au calcul, modifient les mouvemens de cette grande masse fluide. Tout ce que nous pouvons faire, est d'analyser les phénomènes généraux des marées qui doivent résulter des forces attractives du soleil et de la lune, et de tirer des observations, les données dont la connoissance est indispensable pour completter dans chaque port, la théorie du flux et du reflux de la mer. Ces données sont autant d'arbitraires dépendantes de l'étendue de la mer, de sa profondeur, et des circonstances locales du port.

La théorie des oscillations de l'Océan, envisagée sous ce point de vue, et sa correspondance avec les observations, sont l'objet de cet ouvrage. Pour le remplir, il étoit nécessaire d'avoir un grand nombre d'observations faites avec soin durant plusieurs années, dans un port où les phénomènes de marées soient très-sensibles, suivent une marche régulière, et soient peu altérés par les vents. Le recueil le plus étendu dans ce genre, est celui des observations des marées faites à Brest, au commencement de ce siècle, que M. de Cassini a trouvées dans les papiers de son grandpere, et que M. de la Lande a publiées dans le tome IV de la seconde édition de son Astronomie. J'ai fait usage de ces observations; en les discutant, elles m'ont offert une régularité si frappante, eu égard à toutes les causes qui peuvent la troubler, que je ne balance point à indiquer le port de Brest comme l'un des plus favorables aux observations des marées, si l'on veut les suivre avec le soin que l'on a mis à déterminer les autres phénomènes du systême du monde. Ce port doit probablement cet avantage, à sa position avancée dans la mer, et sur-tout à ce que sa rade ayant une entrée forte étroite, relativement à son étendue, les oscillations irrégulières des eaux de la mer sont par-là très-affoiblies. Jacques Cassini s'étoit contenté de donner dans nos Mémoires, les conséquences qu'il avoit tirées des observations dont je viens de parler. Sur cela, je remarquerai combien il est utile de publier les observations originales; souvent la théorie mieux connue des phénomènes, rend intéressans ceux qui d'abord avoient été négligés, comme ayant paru de peu d'importance : c'est ce que j'ai moi-même éprouvé dans ces recherches. Le recueil cité ne contient point d'observations sur la loi suivant laquelle la mer monte et descend à Brest; j'y ai suppléé par des observations très-détaillées que l'on a bien voulu faire dans ce port, à ma prière.

Dans ce genre d'observations, où mille causes acciden-

telles peuvent altérer la marche de la nature, il est nécessaire d'en considérer à la fois un grand nombre, afin que les effets des causes passagères, venant à se compenser les uns par les autres, les résultats moyens ne laissent appercevoir que les phénomènes réguliers ou constans. Il faut encore, par une combinaison avantageuse des observations, faire ressortir les phénomènes que l'on veut déterminer, et les séparer des autres, pour les mieux connoître. C'est la méthode que j'ai suivie; en s'en écartant, on s'expose à prendre pour loi de la nature, ce qui n'est que l'effet d'une cause accidentelle. Jacques Cassini, par exemple, avoit conclu de la comparaison de quelques observations isolées, que les plus grandes marées des sisygies ont lieu, toutes choses égales d'ailleurs, dans les équinoxes. M. de la Lande, en suivant le même procédé, a trouvé le contraire. On verra ci-après, que les résultats d'un grand nombre d'observations ne laissent aucun lieu de douter qu'à Brest, les plus grandes marées des sisygies, et les plus petites marées des quadratures arrivent dans les équinoxes, et qu'en général, les déclinaisons du soleil et de la lune ont une influence très-sensible sur les hauteurs et sur les intervalles des marées.

Voici, maintenant, un précis des résultats auxquels je suis parvenu dans cet ouvrage.

Considérons d'abord l'action seule du soleil sur la mer, et supposons que cet astre se meut uniformément dans le plan de l'équateur. Il est visible que si le soleil animoit de forces égales et parallèles, le centre de gravité de la terre, et toutes les molécules de la mer; le système entier du globe terrestre et des eaux qui le recouvrent, obéiroit à ces forces, d'un mouvement commun, et l'équilibre de la mer ne seroit pas troublé. Cet équilibre ne peut donc être altéré que par la différence de ces forces, et par l'inégalité de leurs directions. Une molécule de la mer, placée au-dessous du soleil, en est plus attirée que le centre de la terre; elle tend ainsi

à se

à se séparer de sa surface, mais elle y est retenue par sa pesanteur que cette tendance diminue. Douze heures après, la molécule se trouve en opposition avec le soleil qui l'attire plus foiblement que le centre de la terre; la surface du globe terrestre tend donc à s'en séparer, mais la pesanteur de la molécule l'y retient encore attachée. Cette force est donc encore diminuée par l'action solaire, et il est facile de s'assurer que la distance du soleil à la terre étant fort grande relativement au rayon du globe terrestre, la diminution de pesanteur est dans ces deux cas, à très-peu-près, la même. Une simple décomposition de l'action du soleil sur les molécules de la mer, suffit pour voir que dans toute autre position de cet astre, par rapport à ces molécules, son action pour troubler leur équilibre, redevient la même aprés un intervalle de douze heures.

Présentement, on peut établir comme principe général de mécanique, que l'état d'un système de corps, dans lequel les conditions primitives du mouvement ont disparu par les résistances qu'il éprouve, est périodique comme les forces qui l'animent. L'état de l'Océan doit donc redevenir le même à chaque intervalle de douze heures, en sorte qu'il doit y avoir un flux et un reflux dans l'espace d'un demi-jour.

La loi suivant laquelle la mer s'élève et s'abbaisse, peut se déterminer ainsi. Concevons un cercle vertical dont la circonférence représente un intervalle de douze heures, et dont le diamètre soit égal à la marée totale, c'est-à-dire à la différence des hauteurs de la pleine et de la basse-mer; supposons que les arcs de cette circonférence, en partant du point le plus bas, expriment les temps écoulés depuis la basse-mer; les sinus-verses de ces arcs seront les hauteurs de la mer qui correspondent à ces temps.

La diminution de la marée dans nos ports, doit s'écarter un peu de cette loi, par la raison suivante. La mer n'y descend qu'en vertu de sa pesanteur; elle doit donc, en s'abbaissant,

se mouvoir plus lentement, et parvenir plus tard à sa plus petite hauteur, que loin des côtes, où elle est à la fois sollicitée pour descendre, par sa pesanteur et par l'impulsion des flots qui s'éloignent des rivages. Ainsi la mer commence à remonter au loin, quoique dans le port, elle continue de baisser en vertu de la pesanteur, jusqu'à ce que l'effet de cette force venant à être balancé par l'impulsion des flots éloignés, la marée commence à croitre. La mer ne s'abbaisse donc jamais jusqu'à sa plus petite hauteur déterminée par la théorie, et le temps qu'elle emploie à monter, doit être un peu plus court que celui qu'elle met à descendre. Ce dernier résultat est parfaitement conforme à ce que l'on observe à Brest où la différence de ces deux temps est d'environ un quart-d'heure.

Les loix du mouvement de la mer, que nous venons d'exposer, ont généralement lieu, quelle que soit sa profondeur et son étendue ; mais plus une mer est vaste et moins elle est profonde, plus les phénomènes des marées doivent être sensibles.

Dans une masse fluide, les impressions que reçoit chaque molécule, se communiquent à la masse entière ; c'est par-là que l'action du soleil, qui est insensible sur une molécule isolée, produit sur l'Océan des effets remarquables. Imaginons un canal courbé sur le fond de la mer, et terminé à l'une de ses extrémités, par un tube vertical qui s'élève au-dessus de sa surface, et dont le prolongement passe par le centre du soleil ; l'eau s'élevera dans ce tube par l'action directe de cet astre, qui diminue la pesanteur des molécules qu'il contient, et sur-tout par la pression des molécules renfermées dans le canal, et qui font toutes un effort pour se réunir au-dessous du soleil. Si la longueur du canal augmente, la somme de ces efforts sera plus grande, et il y aura plus de différence dans la direction et dans la quantité des forces dont les molécules extrêmes seront animées. Ces deux causes réunies élèveront l'eau à une plus grande hauteur dans le tube

vertical. On voit par cet exemple, l'influence de l'étendue des mers sur les phénomènes des marées, et la raison pour laquelle le flux et le reflux sont insensibles dans les petites mers, telles que la mer Noire et la mer Caspienne.

Si l'Océan a peu de profondeur, ses molécules doivent venir de fort loin, pour qu'il prenne la figure que l'action du soleil tend à lui donner : ses oscillations doivent donc croître lorsque sa profondeur diminue. Dans une mer très-profonde, un très-petit mouvement dans ses molécules suffit pour lui donner la figure avec laquelle elle seroit à chaque instant en équilibre sous l'action du soleil, ensorte que cette figure est la limite de celles que la mer prendroit, en augmentant de plus en plus sa profondeur. Ces vues générales sont conformes aux résultats que j'ai trouvés dans nos Mémoires pour l'année 1776.

La grandeur des marées dépend encore des circonstances locales. Les ondulations de la mer, resserées dans un détroit, peuvent devenir considérables; la réflection des eaux par les côtes, peut les augmenter encore. C'est ainsi que le flux et le reflux de la Méditerranée deviennent sensibles dans le golphe de Venise; c'est encore ainsi que les marées, généralement fort petites dans les Isles de la mer du Sud, sont fort grandes dans nos ports, et sur-tout à Saint-Malo. Plus les oscillations de la mer sont promptes, plus ces effets doivent augmenter, toutes choses égales d'ailleurs, puisqu'ils sont dûs à la vîtesse des eaux : ils sont presque nuls pour les oscillations très-lentes ; mais ils doivent beaucoup influer sur celles dont la période est d'un demi-jour.

Les circonstances locales font encore varier considérablement, l'heure de la marée, dans des ports même fort voisins. Pour nous faire une juste idée de ces variétés, imaginons un large canal communiquant avec la mer, et s'avançant très-loin dans les terres. Il est visible que les ondulations qui ont lieu à son embouchure, se propageront successivement dans toute sa longueur, ensorte que la figure de sa

surface sera celle d'une suite d'ondes en mouvement, qui se renouvelleront sans cesse, et qui parcoureront leur longueur dans l'intervalle d'un demi-jour. Ces ondes, produiront à chaque point du canal, un flux et un reflux qui suivra les loix précédentes; mais les heures du flux retarderont à mesure que les points seront plus éloignés de la mer. Ce que nous disons d'un canal, peut s'appliquer aux fleuves, dont la surface s'élève et s'abbaisse par des ondes semblables, malgré le mouvement contraire de leurs eaux. On observe ces ondes dans toutes les rivières, près de leurs embouchures; elles se propagent fort loin dans les grands fleuves, et au détroit du Pauxis, dans la rivière des Amazones, à deux cents lieues de la mer, elles sont encore sensibles.

Considérons présentement l'action de la lune, et supposons que cet astre se meut uniformément dans le plan de l'équateur; il est clair que son action doit exciter dans l'Océan un flux et un reflux semblable à celui qui résulte de l'action du soleil: or, on sait que le mouvement total d'un système agité par de très-petites forces, est la somme des mouvemens partiels que chaque force lui eût imprimés séparément; ainsi des ondes légères excitées dans un bassin se mêlent sans se confondre; une onde nouvelle se superpose à la précédente, comme elle se seroit disposée sur la surface de niveau du bassin. Les deux flux partiels, produits par les actions du soleil et de la lune, s'ajoutent donc sans se troubler mutuellement, et leur somme produit le flux que nous observons dans nos ports.

De la combinaison des deux flux lunaire et solaire, naissent les phénomènes les plus remarquables des marées. Quand la pleine-marée lunaire coïncide avec la pleine-marée solaire, la marée totale est à son *maximum;* c'est ce qui a lieu dans les sysigies où les actions du soleil et de la lune concourent. Dans les quadratures où ces deux actions sont contraires, la pleine-marée lunaire coïncide avec la basse-marée solaire, et la marée totale est à son *minimum*.

L'heure du *minimum* des marées est à six heures de distance du *maximum* ; ce qui prouve que ce *minimum* est l'excès de la marée lunaire sur la marée solaire, et qu'ainsi l'action de la lune sur la mer l'emporte sur l'action du soleil. D'après un grand nombre d'observations des marées, réduites aux moyennes distances du soleil et de la lune, je trouve qu'à Brest la marée totale est à fort peu-près de $19^{\text{pieds}}\frac{2}{10}$ dans son *maximum*, et de $9^{\text{pieds}}\frac{1}{10}$ dans son *minimum*. Le rapport de ces deux marées détermine celui des forces de la lune et du soleil sur la mer, et on en conclut que la première est triple de la seconde. En calculant d'après ce rapport, les loix de la diminution et de l'accroissement des marées, lorsqu'elles commencent à s'éloigner du *maximum* et du *minimum*, on trouve leur accroissement deux fois plus rapide que leur diminution, ce qui est conforme aux observations qui, relativement à ces loix, sont représentées par la théorie, avec une précision remarquable.

Les marées lunaires et solaires suivent d'un intervalle constant, le passage de leurs astres respectifs au méridien. L'instant de la marée composée doit donc osciller autour de l'instant de la marée lunaire, suivant une loi dépendante des phases de la lune et du rapport de son action à celle du soleil. Le premier de ces instans précède le second, depuis le *maximum* jusqu'au *minimum* de la marée ; il le suit depuis le *minimum* jusqu'au *maximum* ; leur plus grand écart ne tombe pas au milieu de l'intervalle qui sépare ces deux marées; mais il est d'environ un tiers plus près du *minimum* que du *maximum*. L'heure moyenne de la marée composée est la même que celle de la marée lunaire ; ensorte que l'intervalle moyen de deux marées consécutives du matin ou du soir, dans nos ports, est d'un jour lunaire ou de $24^{h}\ 50'\ 28''$. Le retard moyen journalier des marées est donc de $50'\ 28''$; mais ce retard varie, ainsi que les hauteurs des marées, avec les phases de la lune. Le plus petit retard coïncide avec la plus grande hauteur, et le plus grand retard coïncide avec la

plus petite hauteur. La discussion d'un grand nombre d'observations des marées m'a donné le plus grand retard égal à une heure et un quart, et le plus petit égal à 59′ 0″. Ces deux quantités dépendent du rapport des forces de la lune et du soleil, et peuvent conséquemment servir à le déterminer. Il en résulte que la première de ces deux forces est triple de la seconde, comme nous l'avons trouvé par la comparaison de la plus grande et de la plus petite hauteur des marées. En changeant un peu ce rapport, il seroit fort éloigné de satisfaire aux observations des hauteurs et des intervalles des marées, qui le donnent par conséquent avec beaucoup d'exactitude. La connoissance de cet élément est nécessaire dans l'astronomie, à cause de son influence sur la précession et la nutation, et sur l'équation lunaire des tables du soleil. La valeur que nous venons de lui assigner, porte à 10″, la nutation que Bradley a fixée à 9″, et que plusieurs astronomes supposent de 9″$\frac{1}{2}$; l'équation de la précession est de 18″, 8, et l'équation lunaire est à très-peu-près de 9″. Enfin, la masse de la lune est environ $\frac{1}{59}$ de celle de la terre; et comme son volume est à-peu-près $\frac{1}{49}$ de celui de la terre, la densité de la lune n'est qu'environ $\frac{5}{6}$ de la moyenne densité de la terre.

On doit faire ici une remarque importante, et de laquelle dépend l'explication de plusieurs phénomènes des marées. Si les mouvemens du soleil et de la lune étoient extrêmement lents par rapport au mouvement de rotation de la terre, les deux marées lunaires et solaires suivroient à très-peu-près, du même intervalle, le passage de leurs astres respectifs au méridien; mais le mouvement journalier de la lune dans son orbite étant considérable, la rapidité de ce mouvement peut sensiblement influer sur l'intervalle dont cet astre précède le flux lunaire. En effet, l'action du soleil et de la lune sur chaque molécule de la mer, produit à chaque instant une onde infiniment petite, dont cette molécule est l'origine, et qui se propage dans toute l'étendue de l'Océan : c'est de la somme de ces ondes, que se compose le mouvement de cette

grande masse fluide. Il est visible que celles dont l'origine est vers l'équateur, ou dans l'hémisphère austral, doivent employer un temps considérable à parvenir dans nos ports; ainsi le flux que l'on y observe est le résultat des impressions communiquées à la mer plusieurs jours auparavant. La lune ayant dans cet intervalle, un mouvement considérable dans son orbite, le rapport du flux lunaire à la position correspondante de cet astre, peut différer sensiblement du rapport du flux solaire à la position correspondante du soleil. A la vérité, si la mer recouvroit toute la terre, et si sa profondeur étoit regulière, les impressions qu'elle reçoit se coordonneroient de manière que le flux arriveroit à l'instant du passage de l'astre au méridien; mais l'irrégularité de la profondeur de la mer, et les résistances qu'elle éprouve, doivent changer ce résultat, et faire varier dans chaque port, l'intervalle dont l'astre précède le flux qu'il produit.

Nous aurons une juste idée de ces variations, en imaginant, comme ci-dessus, un vaste canal communiquant avec la mer, et s'avançant fort loin dans les terres, sous le méridien de son embouchure. Si l'on suppose qu'à cette embouchure la pleine mer a lieu, à l'instant même du passage de l'astre au méridien, et qu'elle emploie 50 heures à parvenir à son extrémité; il est visible qu'à ce dernier point, la marée solaire suivra de deux heures le passage du soleil au méridien; mais 50 heures ne formant que deux jours 19′ lunaires, le flux lunaire suivra d'environ 19′ le passage de la lune au méridien; ensorte qu'il y aura 1^{heure} 41′ de différence dans les intervalles dont le flux lunaire et solaire suivront le passage de leurs astres respectifs au méridien. Il est facile d'ailleurs de s'assurer que cette différence sera la même, à-peu-près, pour les points assez voisins de l'extrémité du canal, quoiqu'il y ait des différences considérables dans les heures des marées correspondantes : ces résultats sont exactement conformes à ceux que l'on observe dans nos ports.

Il suit de-là que le *maximum* et le *minimum* de la marée

n'ont point lieu le jour même de la sysigie et de la quadrature, mais un ou deux jours après ; ainsi, dans l'exemple précédent, ce *maximum* et ce *minimum* qui, à l'embouchure du canal, ont lieu le jour même de la sysigie et de la quadrature, n'arrivent à son extrémité, que 50 heures après. Ce phénomène est très-sensible à Brest, sur les hauteurs des marées. Les loix des variations des marées vers leur *maximum* et vers leur *minimum*, doivent en déterminer les instans. J'ai donc interpolé un grand nombre de hauteurs des marées dans le voisinage des sysigies et des quadratures, et j'ai trouvé que le *maximum* de la marée suit la sysigie, de trente-cinq heures et demie, et que le *minimum* suit de trente-huit heures, la quadrature. La différence de ces intervalles qui, par la théorie, doivent être égaux entr'eux, est dans les limites des erreurs des observations.

On peut encore déterminer ces intervalles, au moyen des heures observées des marées, le jour même de la sysigie et de la quadrature. Leur différence seroit de six heures, si elles correspondoient au *maximum* et au *minimum* de la marée ; mais l'observation la donne plus petite à Brest ; elle est de $5^h\,5'\,54''$ pour les marées du matin, et de $5^h\,18'\,36''$ pour les marées du soir. Un jour plus tard, ces différences augmentent, parce que les marées retardent chaque jour, d'environ une demie-heure de plus dans les quadratures que dans les sysigies. En combinant donc ces différences, avec les retards journaliers des marées vers leurs *maximum* et vers leur *minimum*, de manière qu'elles soient précisément de six heures ; on aura l'intervalle dont le *maximum* de la marée suit la sysigie. On trouve ainsi qu'à Brest cet intervalle est de $43^h\,56'$.

Enfin, j'ai fait usage d'une quatrième méthode, pour déterminer ce même intervalle. Suivant les observations, les marées du jour de la sysigie avancent lorsqu'elles sont périgées, et retardent lorsqu'elles sont apogées. Suivant la théorie, le retard des marées apogées sur les marées périgées, est proportionnel à l'intervalle du *maximum* des marées à

la

la sysigie; il peut donc servir à déterminer cet intervalle. Je l'ai trouvé de cette manière, au moyen d'un assez grand nombre d'observations, égale à $25^h\ 55'\frac{1}{2}$.

Le milieu entre ces deux intervalles donnés par les heures des marées, est $34^h\ 41'$, ce qui s'éloigne peu de $36^h\ 47'$, milieu entre les intervalles donnés par les variations des hauteurs des marées vers les sysigies et vers les quadratures; mais les différences de $43^h\ 56'$ et de $25^h\ 55'\frac{1}{2}$ à ce milieu, sont trop grandes pour dépendre uniquement des erreurs des observations. En considérant cet objet avec attention, j'ai reconnu que l'heure des marées à Brest, retarde sur l'heure déterminée par la théorie, à mesure qu'elles sont plus grandes; et il est clair que cela doit être ainsi : car si l'on compare l'étendue de la rade de Brest à la petitesse de son entrée, on voit que les grandes marées doivent employer plus de temps que les petites, à se former dans le port; il peut se faire encore qu'elles emploient plus de temps à y parvenir.

Cette cause rapproche l'heure observée de la marée quadrature, de celle de la marée sysigie, et diminue par conséquent la différence de ces heures, différence qui, sans cela, approcheroit davantage de six heures ; l'intervalle du *maximum* de la marée, à la sysigie, en paroît donc augmenté. Je trouve que pour le réduire de $43^h\ 56'$ à $36^h\ 47'$, il faut supposer que l'heure de la marée du jour de la sysigie retarde sur la théorie, d'environ $10'$, en supposant exacte, l'heure de la marée du jour de la quadrature.

Voyons maintenant qu'elle est l'influence de la même cause, sur les heures des marées sysigies périgées et apogées. Il est visible qu'elle rapproche ces heures, et qu'ainsi l'intervalle du *maximum* de la marée à la sysigie, conclu de leur différence observée, en doit être diminué; c'est la raison pour laquelle je ne l'ai trouvé que de $25^h\ 55'\frac{1}{2}$. Pour corriger l'effet de cette cause, j'ai supposé, ce qui est fort naturel, que les marées retardent d'autant plus sur l'heure de la théorie, qu'elles sont plus grandes; et en supposant ensuite que ce

retard soit, comme on vient de le voir, de 10′ pour les marées sysigies comparées aux marées quadratures; j'ai trouvé que l'intervalle de 25ʰ 55′½ s'élevoit à 38ʰ 53′, ce qui se rapproche autant qu'on peut le desirer, du résultat moyen donné par les hauteurs des marées, et met hors de doute l'influence de la cause dont je viens de parler. C'est en prenant un milieu entre ces divers résultats, que j'ai fixé à 36ʰ ½ l'intervalle dont le *maximum* de la marée à Brest, suit la sysigie, et dont le *minimum* de la marée suit la quadrature. Il en résulte que dans ce port, le flux solaire suit le passage du soleil au méridien, de 4ʰ 26′, et que le flux lunaire suit le passage de la lune au méridien, de 7ʰ 19′; ainsi, sous ce rapport, les heures des marées à Brest sont les mêmes qu'à l'extrémité d'un canal qui communiqueroit avec la mer, en concevant qu'à son embouchure, les marées partielles ont lieu à l'instant du passage des astres au méridien, et qu'elles emploient trente-six heures et demie à parvenir à son extrémité supposée de 5ʰ 56′ plus orientale que son embouchure. En général, l'observation et la théorie m'ont conduit à envisager chacun de nos ports de France, relativement aux marées, comme l'extrémité d'un canal à l'embouchure duquel les marées partielles ont lieu au moment du passage des astres au méridien, et emploient un intervalle d'environ un jour et demi, à parvenir à son extrémité supposée plus orientale que son embouchure, d'une quantité très-variable d'un port à l'autre.

On peut observer que la différence dans les rapports des marées, à la position des astres qui les produisent, ne change point les phénomènes du flux et du reflux; pour un système d'astres mus uniformément dans le plan de l'équateur, elle ne fait que reculer d'environ trente-six heures et demie, les phénomènes calculés dans l'hypothèse où les flux partiels suivroient du même intervalle, le passage de leurs astres respectifs au méridien.

Le retard des phénomènes des marées sur les phases de la

lune, a été indiqué par Pline le naturaliste. Plusieurs philosophes l'ont attribué au temps que l'action lunaire emploie suivant eux, à se transmettre à la terre; mais cette hypothèse ne peut subsister avec l'inconcevable activité de la force attractive. En considérant autrefois, les tentatives infructueuses des géomètres, pour expliquer l'équation séculaire de la lune, je soupçonnai que la pesanteur n'agit pas de la même manière sur les corps en repos et en mouvement, et je trouvai que si l'équation séculaire de la lune provenoit de cette cause, il faudroit supposer à cet astre, une vîtesse vers la terre, plusieurs millions de fois plus grande que celle de la lumière, pour le soustraire à l'action de sa pesanteur. Maintenant que la vraie cause de l'équation séculaire de la lune est connue, cette vîtesse doit être beaucoup plus grande encore. Une aussi prodigieuse activité dans la force attractive de la terre, ne permet pas de penser que l'action de la lune se transmet dans un ou deux jours à l'Océan. Ce n'est donc point au temps de cette transmission, mais à celui que les impressions communiquées par les astres à la mer, emploient à parvenir dans nos ports, qu'il faut attribuer le retard observé des phénomènes des marées, sur les phases de la lune.

Jusqu'ici, nous avons supposé le soleil et la lune mus d'une manière uniforme, dans le plan de l'équateur; faisons présentement varier leurs mouvemens et leurs distances au centre de la terre. En développant les expressions de leur action sur la mer, on peut en représenter les différens termes par les actions d'un même nombre d'astres mus uniformément à des distances constantes de la terre; il sera donc facile, par les principes que nous venons d'exposer, de déterminer le flux et le reflux de la mer, correspondans aux inégalités des mouvemens et des distances du soleil et de la lune. Si l'on soumet ainsi à l'analyse, les phénomènes des marées, on trouve que les marées produites par ces deux astres augmentent en raison inverse du cube de leurs dis-

tances. Les marées doivent donc, toutes choses égales d'ailleurs, croitre dans le périgée de la lune, et diminuer dans son apogée. Ce phénomène est très-remarquable à Brest. La comparaison des observations m'a fait voir qu'à une minute de variation dans le demi-diamètre de la lune, répondent 2pieds,8 de variation dans la marée totale, et ce résultat de l'observation est tellement conforme à celui de la théorie, que l'on auroit pu déterminer par ce moyen, la loi de l'action de la lune sur la mer, relative à sa distance.

Il suit de-là, que si l'on veut dépouiller les phénomènes des marées, des variations de la parallaxe lunaire, il faut les considérer à la même distance de deux sysigies consécutives, et prendre un milieu entr'eux; car il est clair que si la lune est apogée dans une sysigie, elle sera, à-peu-près, périgée dans la suivante; les effets de la variation de sa distance se détruiront mutuellement, et les résultats moyens des phénomènes en seront indépendans.

Les variations de la distance du soleil à la terre sont encore sensibles sur les hauteurs des marées, que les observations donnent un peu plus grandes en hiver qu'en été; mais ce phénomène est beaucoup moins considérable pour le soleil que pour la lune, parce que son action pour élever les eaux de la mer, est trois fois moindre, et que sa distance à la terre varie dans un plus petit rapport.

L'action de la lune étant plus grande, et son mouvement étant plus rapide lorsqu'elle est plus près de la terre; la marée composée, dans les sysigies, doit se rapprocher de la marée lunaire, et la marée lunaire doit se rapprocher du passage de la lune au méridien; puisque nous venons de voir que la marée partielle se rapproche d'autant plus de l'astre qui la cause, que son mouvement est plus rapide. Les marées périgées doivent donc avancer, le jour de la sysigie, et les marées apogées doivent retarder. Ce phénomène est très-sensible à Brest par les observations; elles m'ont donné 9′ 27″ de retard

pour une minute de diminution dans le demi-diamètre de la lune; ce qui résulte, à-peu-près, de la théorie.

La parallaxe de la lune influe encore sur l'intervalle de deux marées consécutives du matin ou du soir, vers les sysigies, ou dans le voisinage du *maximum* des marées : cet intervalle augmente dans le périgée de la lune, et diminue dans son apogée. Suivant la théorie, une minute de variation dans le demi-diamètre de la lune fait varier cet intervalle, de 6′ 49″, et les observations m'ont donnée 6′ 50″.

Ces deux phénomènes ont également lieu dans les quadratures; mais ils sont beaucoup moins sensibles que dans les sysigies où les variations du mouvement et de la parallaxe de la lune sont plus grandes, et influent davantage sur ces phénomènes.

La période qui ramène l'apogée de la lune à la même position par rapport aux équinoxes, ramène encore dans les mêmes saisons, tout ce qui, dans les marées, dépend de la parallaxe lunaire.

Après avoir développé la théorie du flux et du reflux de la mer, en supposant le soleil et la lune mus dans le plan de l'équateur; nous allons considérer les mouvemens de ces astres, tels qu'ils sont dans la nature. Nous verrons naître de leurs déclinaisons, de nouveaux phénomènes qui, comparés aux observations, confirmeront de plus en plus la théorie précédente.

Ce cas général peut encore se ramener à celui de plusieurs astres mus uniformément dans le plan de l'équateur; mais il faut donner à ces astres, des mouvemens très-différens dans leurs orbites; les uns s'y meuvent avec lenteur, ils produisent un flux et un reflux dont la période est d'environ un demi-jour; d'autres ont un mouvement de révolution à-peu-près égal à la moitié du mouvement de rotation de la terre, ils produisent un flux et un reflux dont la période est d'environ un jour; d'autres enfin, ont un mouvement de révolution à-peu-près égal au mouvement de rotation de la terre, ils produisent des flux et des reflux dont les périodes fort longues,

sont d'un mois et d'une année. Examinons ces trois espèces de flux et de reflux.

La première renferme non-seulement les oscillations que nous avons considérées ci-dessus, et qui dépendent du mouvement du soleil et de la lune, et de la variation de leurs distances; mais d'autres encore, dépendantes de leurs déclinaisons. En soumettant celles-ci à l'analyse, on trouve que les marées totales des sysigies des équinoxes, sont plus grandes que celles des solstices, dans le rapport de l'unité au carré du cosinus de la déclinaison du soleil et de la lune vers les solstices : on trouve encore que les marées des quadratures des solstices surpassent celles des équinoxes. Ces résultats de la théorie sont confirmées par toutes les observations qui ne laissent aucun doute sur l'affoiblissement de l'action des astres, à mesure qu'ils s'éloignent de l'équateur. Les déclinaisons du soleil et de la lune sont sensibles, même sur les loix de la diminution et de l'accroissement des marées, en partant de leur *maximum* et de leur *minimum*. Leur diminution est suivant les observations, comme par la théorie, d'environ un tiers plus rapide dans les sysigies des équinoxes, que dans les sysigies des soltices. Leur accroisment est suivant les observations, comme par la théorie, environ deux fois plus rapide dans les quadratures des équinoxes, que dans les quadratures des solstices. La position des nœuds de l'orbite lunaire, qui augmente ou diminue les déclinaisons solsticiales de la lune, se fait sentir encore dans les observations des marées.

Le mouvement de cet astre en ascension droite, plus prompt dans les solstices que dans les équinoxes, doit rapprocher la marée lunaire, du passage de cet astre au méridien. L'heure des marées sysigies équinoxiales, doit donc retarder sur l'heure des marées sysigies solsticiales. Par la même raison, l'heure des marées des quadratures des solstices doit retarder sur celle des marées des quadratures des équinoxes, et ce second retard est environ quadruple du premier.

Les déclinaisons des astres influent encore sur les retards

journaliers des marées des équinoxes et des solstices; ils doivent être plus grands vers les sysigies des solstices, que vers les sysigies des équinoxes; plus grands encore vers les quadratures des équinoxes que vers les quadratures des solstices, et dans le premier cas, la différence des retards est environ quatre fois moindre que dans le second. Les observations donnent, avec une précision remarquable, ces divers résultats de la théorie.

Les marées de la seconde espèce, dont la période est à-peu près d'un jour, sont proportionelles au produit du sinus par le cosinus de la déclinaison des astres; elles sont nulles, lorsque les astres sont dans l'équateur, et elles croissent, à mesure qu'ils s'en éloignent. En se combinant avec les marées de la première espèce, elles rendent inégales les deux marées d'un même jour. Dans les sysigies des solstices d'hyver, la marée du matin à Brest, est d'environ sept pouces plus grande que celle du soir; elle est plus petite de la même quantité, dans les sysigies des solstices d'été. En général, les marées de la seconde espèce, sont peu considérables dans nos ports. Leur grandeur est une arbitraire dépendante des circonstances locales qui peuvent les augmenter, et diminuer en même-temps les marées de la première espèce, jusqu'à les rendre insensibles. Imaginons en effet un large canal communiquant par ses deux extrémités avec l'océan; la marée dans un port situé sur la rive de ce canal, sera le résultat des ondulations transmises par ses deux embouchures. Or il peut arriver qu'à raison de la situation du port, les ondulations de la première espèce y parviennent de chaque côté, dans des temps différens, ensorte que le *maximum* des unes réponde au *minimum* des autres; et si l'on suppose d'ailleurs qu'elles sont égales entre elles, il est visible qu'en vertu de ces ondulations, il n'y aura point de flux et de reflux dans le port; mais il y en aura en vertu des ondulations de la seconde espèce, qui, ayant une période deux fois plus longue que celle des ondulations de la première espèce, ne se correspondront point

de manière que le *maximum* de celles qui viennent d'un côté, coïncide avec le *minimum* de celles qui viennent de l'autre côté. La marée dans le port sera donc formée de ces ondulations. Ainsi, dans ce cas, il n'y aura point de flux et de reflux lorsque le soleil et la lune seront dans l'équateur; mais la marée deviendra sensible, lorsque la lune s'éloignera de ce plan, et alors il n'y aura qu'un flux et un reflux par jour lunaire, de manière que si le flux arrive au coucher de la lune, le reflux arrivera à son lever. Ces phénomènes singuliers ont été observés à Batsha, port du royaume de Tunking, et dans quelques autres lieux. Il est vraisemblable que des observations faites dans les différents ports de la terre, offriroient toutes les variétés intermédiaires entre les marées de Batsha et celles de nos ports.

Considérons enfin les marées de la troisième espèce, dont les périodes sont fort longues, et indépendantes du mouvement de rotation de la terre. Si les durées de ces périodes étoient infinies, ces marées n'auroient d'autre effet que de changer la figure permanente de la mer qui parviendroit bientôt à l'état d'équilibre dû aux forces qui les produisent; mais les périodes de ces marées étant finies, on peut concevoir le mouvement très-lent qui en résulte dans chaque molécule, comme formé de deux autres, l'un d'oscillation autour du point où cette molécule seroit en équilibre, si l'action des astres dont ces marées dépendent, devenoit invariable; et l'autre qui lui est commun avec ce point d'équilibre dont la position change à chaque instant. Le premier de ces mouvemens est détruit par les résistances que les eaux de la mer éprouvent; il ne reste ainsi à la molécule, que le mouvement qui lui est commun avec le point où elle seroit à chaque instant en équilibre. On peut donc considérer la mer comme étant sans cesse en équilibre sous l'action des astres qui produisent les marées de la troisième espèce, et les déterminer dans cette hypothèse. Ces marées sont très peu considérables; elles sont cependant

sensibles

sensibles à Brest, et conformes au résultat du calcul. Elles offrent le moyen, peut-être le plus exact, pour avoir le rapport de la moyenne densité de la terre à celle des eaux de la mer, rapport intéressant à connoître, et que l'on a cherché à déterminer par l'attraction des montagnes ; mais pour l'obtenir avec précision, il faudroit au moins un siècle d'observations sur les marées.

On voit par cet exposé, l'accord de la théorie du flux et du reflux de la mer, fondée sur la loi de la pesanteur, avec les phénomènes des hauteurs et des intervalles des marées. Plusieurs de ces phénomènes m'ont été d'abord indiqués par cette théorie, et ont ensuite été confirmés par les observations : d'autres phénomènes que les observations m'avoient fait connoître, et qui ne me sembloient pas pouvoir dépendre de la théorie, ont résulté de cette même théorie plus approfondie. En général, tous les résultats de la théorie, indépendans des circonstances locales, ont été confirmés par les observations ; et lorsque ces circonstances ont modifié les résultats de la théorie, j'ai retrouvé le même accord, en y ayant égard. Des observations plus nombreuses, plus précises et plus détaillées que celles qui ont été faites, en la confirmant de plus en plus, pourront encore déterminer les petites marées partielles qui dépendent de la quatrième puissance de la parallaxe lunaire et des autres quantités négligées dans le calcul. Il est donc intéressant de suivre les marées avec le même soin que les mouvemens célestes. Il suffiroit d'observer chaque année, les instans et les hauteurs des pleines et des basses-mers dans les deux sysigies et dans les deux quadratures consécutives qui comprennent chaque équinoxe et chaque solstice, en considérant le jour même de la phase et les trois jours qui la suivent. L'observation des hauteurs n'a aucune difficulté ; mais les instans de la pleine et de la basse-mer, sont difficiles à saisir. On pourra les obtenir avec précision, en prenant un milieu entre les deux instans où la mer est

à la même hauteur, environ un quart d'heure avant et après la pleine ou la basse mer. Une longue suite d'observations de ce genre, comparées aux positions correspondantes du soleil et de la lune, rectifiera les élémens auxquels je suis parvenu dans cet ouvrage, fixera ceux qui sont encore incertains, et développera des phénomènes jusqu'ici enveloppés dans les erreurs des observations.

I I.

Expression générale de la hauteur de la mer.

Si l'on suppose la terre entière inondée par la mer, et que ses oscillations n'éprouvent que de légères résistances; la théorie de la pesanteur donne les résultats suivans. (*Voyez les Mémoires de l'Académie pour les années* 1775 *et* 1776.)

Soit S la masse du soleil, r sa distance au centre de la terre, v sa déclinaison, et φ son ascension droite.

Soit L la masse de la lune, r' sa distance au centre de la terre, v$'$ sa déclinaison, et φ' son ascension droite.

Soit θ le complément de la latitude d'un lieu quelconque sur la terre, et ϖ sa longitude; t le temps, et nt l'angle que forme le premier méridien d'où les angles ϖ sont comptés, avec le colure des équinoxes, ensorte que $nt + \varpi$ soit la distance ou longitude du lieu de la terre dont il s'agit, à l'équinoxe du printemps.

Soit enfin y l'élévation de la mer au-dessus du niveau qu'elle prendroit sans l'action du soleil et de la lune, g la pesanteur, et ϱ le rapport de la densité de la mer, à la moyenne densité de la terre. On aura

$$y = -\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.(1-\frac{3}{5}\varrho)}\cdot\left\{\frac{S}{r^3}\cdot(1-3.\sin.\mathrm{v}^2)+\frac{L}{r'^3}\cdot(1-3.\sin.\mathrm{v}'^2)\right\}$$

$$+\,A.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}\cdot\sin.\mathrm{v}.\cos.\mathrm{v}.\cos.(nt+\varpi-\varphi)\\ +\frac{L}{r'^3}\cdot\sin.\mathrm{v}'.\cos.\mathrm{v}'.\cos.(nt+\varpi-\varphi')\end{array}\right.$$

$$+ B. \left\{ \begin{array}{l} \frac{S}{r^3} . \cos. v^2 . \cos. 2. (nt + \varpi - \phi) \\ + \frac{L}{r'^3} . \cos. v'^2 . \cos. 2. (nt + \varpi - \phi') \end{array} \right\}$$

A et B étant des fonctions de θ dépendantes de la profondeur de la mer, et de la loi de cette profondeur.

Si la profondeur de la mer est constante, $A = 0$, et alors les deux marées d'un même jour sont égales; leur différence est très-petite, si cette profondeur est à-peu-près constante; mais la loi de la profondeur de la mer étant inconnue, les valeurs de A de B sont des indéterminées que l'observation seule peut faire connoître.

En supposant avec Newton, la mer en équilibre à chaque instant, sous l'action combinée du soleil et de la lune, on a

$$A = \frac{3. \sin. \theta. \cos. \theta}{g. \left(1 - \frac{3\rho}{5}\right)}; \qquad B = \frac{3. \sin. \theta^2}{4g. \left(1 - \frac{3\rho}{5}\right)}.$$

Dans ce cas, l'expression de y est fort éloignée de satisfaire aux observations faites dans nos ports, et suivant lesquelles la différence des deux marées d'un même jour, dans les sysigies des solstices, est très-petite.

III.

VOYONS maintenant les modifications que doivent apporter dans l'expression précédente de y, l'irrégularité de la profondeur de la mer, et les diverses circonstances locales qui ont une si grande influence dans les phénomènes des marées.

On peut considérer la mer, comme un système d'une infinité de molécules qui réagissent les unes sur les autres, soit par leur pression, soit par leur attraction mutuelle, et qui de plus, sont animées par la pesanteur et par les forces attractives du soleil et de la lune. Sans l'action de ces deux dernières forces, le système seroit depuis long-temps en

équilibre : la loi de ces forces doit donc en régler les mouvemens.

Pour déterminer les forces attractives du soleil et de la lune ; soit R, le rayon mené du centre de gravité de la terre, à une molécule de la mer, déterminée par les angles θ et ϖ ; nommons V, la fonction

$$\frac{S}{2r^3}.\left\{3.\left\{\cos.\theta.\sin.v+\sin.\theta.\cos.v.\cos.(nt+\varpi-\phi)\right\}^2-1\right\}$$
$$+\frac{L}{2r'^3}.\left\{3.\left\{\cos.\theta.\sin.v'+\sin.\theta.\cos.v'.\cos.(nt+\varpi-\phi')\right\}^2-1\right\};$$

la somme des forces solaires et lunaires, décomposées parallèlement au rayon R, sera 2RV ; la somme de ces forces décomposées perpendiculairement au rayon R, dans le plan du méridien de la molécule, sera R. $\left(\frac{dV}{d\theta}\right)$; enfin la somme des mêmes forces décomposées perpendiculairement au plan de ce méridien, sera $\frac{R\left(\frac{dV}{d\varpi}\right)}{\sin.\theta}$.

Ces expressions sont très-approchées pour le soleil, à cause de sa grande distance à la terre, qui rend insensibles les termes multipliés par $\frac{S}{r^4}$; elles sont moins exactes pour la lune ; mais les phénomènes observés des marées, ne m'ont rien fait appercevoir qui puisse dépendre des forces de l'ordre $\frac{L}{r'^4}$. Peut-être, des observations plus exactes et plus nombreuses que celles qui ont été faites, rendront sensibles les effets de ces forces.

IV.

Ne considérons d'abord que l'action du soleil, et supposons qu'il se meuve dans le plan de l'équateur, uniformément et toujours à la même distance du centre de la terre ; les trois forces précédentes deviennent

$$\frac{S.R}{2r^3}.\left\{3.\sin.\theta^2.-2+3.\sin.\theta^2\cos.2(nt+\varpi-\phi)\right\};$$

$$\frac{3S.R}{2r^3}.\sin.\theta.\cos.\theta.\{1+\cos.2(nt+\varpi-\phi)\};$$

$$-\frac{3SR}{2r^3}\sin.\theta.\sin.2(nt+\varpi-\phi).$$

En vertu des seules forces constantes, $\frac{SR}{2r^3}.(3.\sin.\theta^2-2)$, et $\frac{3.SR}{2r^3}.\sin.\theta.\cos.\theta$, la mer finiroit par être en équilibre; ces forces ne font donc qu'altérer un peu la figure permanente que prend la terre en vertu de son mouvement de rotation; mais les trois forces variables

$$\frac{3S.R}{2r^3}.\sin.\theta^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi);$$

$$\frac{3S.R}{2r^3}.\sin.\theta.\cos.\theta.\cos.2.(nt+\varpi-\phi); \qquad (A)$$

$$-\frac{3S.R}{2r^3}.\sin.\theta.\sin.2(nt+\varpi-\phi),$$

doivent exciter dans l'Océan, des oscillations dont nous allons déterminer la nature.

Les trois forces précédentes redevenant les mêmes à chaque intervalle d'un demi-jour, l'état de la mer doit redevenir le même, à chacun de ces intervalles. Pour le faire voir, supposons qu'à un instant quelconque a, la hauteur de la mer, dans un port, ait été h, et qu'elle soit devenue la même après les intervalles $f^{(1)}, f^{(2)}, f^{(3)} \ldots f^{(i)}$, etc., comptés de l'instant a; $a+f^{(i)}$ sera l'instant où la hauteur de la mer est h, après le nombre i de ces intervalles. Si l'on suppose i très-considérable, cet instant ne dépendra point des conditions du mouvement qui ont eu lieu à l'instant a, que nous prenons pour origine du mouvement; car toutes ces conditions ont dû bientôt disparoître par les frottemens et les résistances de tout genre, que la mer éprouve dans ses oscillations; ensorte que le mouvement de la mer finissant par n'en plus dépendre, et par se rapporter uniquement aux

forces actuelles qui la sollicitent, il est impossible de connoître l'état primitif de la mer, par son état présent. Imaginons maintenant, qu'à l'instant a plus un demi-jour, toutes les conditions du mouvement de la mer ayent été les mêmes qu'elles étoient dans le premier cas, à l'instant a; puisque les forces solaires sont les mêmes, et varient de la même manière dans les deux cas, il est clair que dans le second cas, les intervalles successifs après lesquels la hauteur de la mer sera h, en partant de l'instant a, plus un demi-jour, seront comme daus le premier cas, $f^{(1)}, f^{(2)} \dots f^{(i)}$, etc., ensorte qu'à l'instant $a + f^{(i)} +$ un demi-jour, la hauteur de la mer sera h. Mais puisque i étant fort grand, l'état actuel de la mer est indépendant de tout ce qui a rapport à l'origine du mouvement, il est visible que l'instant $a + f^{(i)} +$ un demi-jour, doit coïncider avec quelques-uns des instans où la hauteur de la mer est h, dans le premier cas; on doit donc avoir

$$a + f^{(i)} + \text{un demi-jour} = a + f^{(i+r)},$$

r étant un membre entier; partant

$$f^{(i+r)} - f^{(i)} = \text{un demi-jour};$$

d'où il suit que l'état de la mer redevient le même après l'intervalle d'un demi-jour.

Il est vraisemblable qu'en supposant la mer entière ébranlée par une cause quelconque, les résistances qu'elle éprouve anéantiroient l'effet de cette cause dans l'intervalle de quelques mois, de manière qu'après cet intervalle, les marées reprendroient leur état naturel. On peut juger par-là, du peu d'influence des vents et des ouragans qui, quelque violens qu'ils soient, ne sont que locaux et n'ébranlent que la superficie des mers. Ainsi, en prenant un résultat moyen entre un grand nombre d'observations continuées pendant plusieurs

années, ces résultats représenteront, à-très-peu-près, l'effet des forces régulières qui agissent sur l'Océan.

Imaginons une droite dont les parties représentent le temps, et sur cette droite, comme axe des abcisses, concevons une courbe dont les ordonnées représentent la hauteur de la mer dans un lieu donné; la partie de la courbe correspondante à l'abcisse qui représente un demi-jour, déterminera la courbe entière qui sera formée de cette partie répétée à l'infini. Ainsi l'intervalle entre deux pleines mers consécutives sera d'un demi-jour, de même que l'intervalle entre deux basses mers consécutives.

V.

DÉTERMINONS la courbe des hauteurs de la mer. Pour cela, concevons un second soleil S parfaitement égal au premier, et mu de la même manière dans le plan de l'équateur, avec la seule différence qu'il précède le premier, dans son orbite, de l'angle horaire $n'.T$, n' étant égal à $n - m$, et m étant égal à $\frac{d\phi}{dt}$. On aura les forces relatives à ce nouveau soleil, en changeant dans l'expression des forces (A), de l'article précédent, ϕ dans $\phi + n'.T$: ces nouvelles forces ajoutées aux forces (A), produiront les suivantes,

$$\frac{3.S.R}{2r^3}.\sin\theta^2.\{\cos.2(nt+\varpi-\phi)+\cos.2(nt+\varpi-\phi-n'T)\};$$

$$\frac{3.S.R}{2r^3}.\sin.\theta.\cos.\theta.\{\cos.2(nt+\varpi-\phi)+\cos.2(nt+\varpi-\phi-n'T)\};$$

$$-\frac{3.S.R}{2r^3}.\sin.\theta.\{\sin.2(nt+\varpi-\phi)+\sin.2(nt+\varpi-\phi-n'T)\}.$$

Si l'on fait

$$S' = 2\,S.\cos.n'.T;\ \text{tang}.\ 2n'.q = \text{tang}.\ n'T,$$

ces trois forces se réduisent aux suivantes,

$$\frac{3.S'R}{2r^3}.\sin.\theta^2.\cos.2.(nt+\varpi-\phi-n'q);$$

$$\frac{3.S'R}{2r^3}.\sin.\theta.\cos.\theta.\cos.2(nt+\varpi-\phi-n'q),$$

$$-\frac{3.S'.R}{2r^3}.\sin.\theta.\sin.2(nt+\varpi-\phi-n'q).$$

Ces dernières forces produiront un flux et un reflux semblable à celui qu'exciteroit le soleil S, si sa masse se changeoit en S', et si l'on diminuoit de q, le temps t dans les forces (A). En nommant donc y'', l'ordonnée de la courbe des hauteurs de la mer correspondante à l'abcisse $t-q$, on aura $\frac{S'.y''}{2r^3}$ pour la hauteur de la mer, produite après le temps t, par les trois forces précédentes.

Cette hauteur est, par la nature des oscillations très-petites, la somme des hauteurs de la mer, dues aux actions des deux soleils S. Soit donc y, l'ordonnée de la courbe des hauteurs de la mer, correspondante au temps t, et y' l'ordonnée correspondante au temps t — T; $y+y'$ sera la somme de ces hauteurs : on aura par conséquent

$$y+y'=\frac{S'.y''}{S};\ (a)$$

maintenant, si l'on développe y' et y'', en séries ordonnées par rapport aux puissances de T et de q; on aura, en négligeant les cubes et les puissances supérieures de ces quantités,

$$y'=y-T.\frac{dy}{dt}+\tfrac{1}{2}.T^2.\frac{d^2y}{dt^2};$$

$$y''=y-q.\frac{dy}{dt}+\tfrac{1}{2}.q^2.\frac{d^2y}{dt^2};$$

on a de plus,

$$S'=2S-S.n'^2.T^2;\quad q=\tfrac{1}{2}T.$$

ces valeurs substituées dans l'équation (a) donneront

$$\frac{d^2y}{dt^2}=-4n'^2.y;$$

d'où

d'où l'on tire en intégrant,

$$y = \frac{B.S.}{r^3} \cos. 2(nt + \varpi - \phi - \lambda),$$

B et λ étant deux arbitraires dont la première dépend de la grandeur de la marée totale dans le port, et dont la seconde dépend de l'heure de la marée, ou du temps dont elle suit le passage du soleil au méridien.

Cette expression de y donne la loi suivant laquelle la marée s'élève et s'abbaisse; elle est la traduction analytique de la règle que nous avons donné pour cet objet dans l'article I, où nous avons exposé en même-temps la raison pour laquelle les observations faites dans nos ports, s'en écartent un peu.

VI.

Considérons présentement les actions du soleil et de la lune, en supposant ces astres mus uniformément dans le plan de l'équateur. Le soleil produira toujours des marées conformes aux loix que nous venons d'exposer; la lune en produira de semblables qui, par la nature des ondulations très-petites, se combineront avec les premières sans les altérer et sans en être altérées. Cela posé; L étant la masse de la lune, r' sa distance au centre de la terre, et ϕ' son ascension droite; la hauteur de la mer due à l'action de la lune, sera exprimée par la fonction

$$B'.\frac{L}{r'^3}.\cos. 2(nt + \varpi - \phi' - \lambda').$$

B' et λ' étant deux arbitraires. Nous avons observé dans l'article I, que λ' est plus petit que la constante λ relative au soleil, à cause de la rapidité du mouvement de la lune dans son orbite, et que l'on peut supposer ces deux constantes égales à Brest, pourvu que l'on donne aux angles nt, ϕ, et ϕ', les valeurs qu'ils avoient trente-six heures et demie

avant l'instant pour lequel on calcule les phénomènes des marées. La rapidité du mouvement lunaire peut rendre encore B' différent de B; mais cette différence doit être peu considérable : nous supposerons ainsi $B' = B$, dans le facteur $\frac{B'L}{r'^3}$; en observant que L ne représente pas alors exactement la masse de la lune, mais cette masse augmentée dans le rapport de B' à B. On pourra ainsi donner à l'expression de la hauteur y de la mer, produite par les actions réunies du soleil et de la lune, la forme suivante :

$$y = B.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\cos.2(nt + \varpi - \phi - \lambda)\\ + \frac{L}{r'^3}.\cos.2(nt + \varpi - \phi' - \lambda)\end{array}\right\}$$

le temps t devant être diminué d'environ trente-six heures et demie à Brest.

Aux instans de la pleine et de la basse-mer, on a $\frac{dy}{dt} = 0$, ce qui donne

$$\text{tang}.2.(nt + \varpi - \phi' - \lambda) = \frac{-(n-m).\frac{S}{r^3}.\sin.2(\phi' - \phi)}{(n - m').\frac{L}{r'^3} + (n-m).\frac{S}{r^3}.\cos.2(\phi' - \phi)};$$

m' étant égal à $\frac{d\phi'}{dt}$. Si $(n - m').\frac{L}{r'^3}$ est plus grand que $(n - m).\frac{S}{r^3}$, c'est-à-dire, si l'action de la lune, pour soulever les eaux de la mer, est plus forte que celle du soleil; l'angle $nt + \varpi - \phi' - \lambda$, ne peut jamais atteindre 45°, et la tangente du double de cet angle est toujours comprise dans les limites

$$\pm \frac{(n-m).\frac{S}{r^3}}{\sqrt{(n-m')^2.\left(\frac{L}{r'^3}\right)^2 - (n-m)^2.\left(\frac{S}{r^3}\right)^2}}.$$

Dans ce cas, la pleine mer suivra toujours le passage de la

lune au méridien, d'une quantité qui ne passera pas certaines limites, et qui dépendra des phases de la lune. Dans un temps déterminé, il y aura autant de marées que de passages de la lune au méridien supérieur ou inférieur, ensorte que les marées se régleront principalement sur ces passages.

Dans le cas contraire où l'action du soleil l'emporteroit sur celle de la lune, les marées se régleroient principalement sur les passages du soleil au méridien, et il y auroit constamment deux marées par jour. On peut donc ainsi reconnoître laquelle des deux actions lunaire et solaire est la plus grande : toutes les observations se réunissent à faire voir que la première l'emporte sur la seconde.

VII.

Voyons maintenant ce qui doit arriver, lorsque le soleil et la lune, toujours supposés dans le plan de l'équateur, sont assujettis à des inégalités dans leurs mouvemens et dans leurs distances. Considérons d'abord les effets de l'action du soleil. Les forces partielles

$$\frac{S.R}{2r^3}.(3\sin.\theta^2-2), \text{ et } \frac{3SR}{2r^3}.\sin.\theta\cos\theta$$

trouvées dans l'article IV, ne seront plus constantes; mais elles varieront avec une grande lenteur, et la période de leur variation sera d'une année; on pourra donc par l'article I, supposer la mer en équilibre à chaque instant sous l'action de ces forces. La partie

$$\frac{-(1+3.\cos.2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\frac{S}{r^3}$$

de l'expression de y de l'article II, exprime la hauteur de la mer due à l'action des forces précédentes, en les supposant invariables, et en supposant la terre entièrement recouverte

par la mer ; elle exprimera donc encore à-très-peu-près cette hauteur, dans le cas de la nature où ces forces varient très-lentement, et où la mer recouvre une grande partie de la surface de la terre. Cette hauteur étant très-petite, l'erreur que l'on peut commettre est fort peu considérable.

Si dans les forces solaires (A) de l'article IV, on substitue au lieu de r et de ϕ leurs valeurs ; chacune de ces forces se développera en cosinus d'angles de la forme $2nt - 2qt + 2\varepsilon$ ensorte que l'on aura

$$\frac{3.SR}{2r^3}.\sin.\theta^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi)=\sin.\theta^2.\Sigma.k.\cos.2.(nt-qt+\varepsilon);$$

$$\frac{3.SR}{2r^3}.\sin.\theta.\cos.\theta.\cos.2(nt+\varpi-\phi)=\sin.\theta.\cos.\theta.\Sigma.k.\cos.2(nt-qt+\varepsilon);$$

$$\frac{3.SR}{2r^3}.\sin.\theta.\sin.2(nt+\varpi-\phi)=\sin.\theta.\Sigma.k.\sin.2(nt-qt+\varepsilon);$$

le signe Σ des intégrales finies servant ici à désigner la somme de tous les termes de la forme $k.\sin.\cos.2(nt-qt+\varepsilon)$, dans lesquels le premier membre de chacune de ces équations peut se décomposer. Les plus considérables de ces termes sont ceux qui dépendent de l'angle $2nt - 2mt + 2\varpi$, et qui donnent le flux et le reflux de la mer dans le cas que nous avons examiné ci-dessus, où le soleil seroit mu uniformément dans le plan de l'équateur, en conservant toujours sa même distance à la terre. Les autres termes qui sont fort petits relativement à ceux-ci, peuvent être considérés comme le résultat de l'action d'autant d'astres particuliers mus uniformément dans le plan de l'équateur. C'est de la combinaison des flux et des reflux partiels dus à l'action de tous ces astres, que résulte le flux et reflux total du à l'action du soleil.

Si l'on nomme s, la masse de l'astre fictif dont l'action produit le terme dependant de l'angle $2nt - 2qt + 2\varepsilon$, et a, sa distance au centre de la terre; on aura

$$\frac{3R.s}{2a^3}=k; \text{ ou } \frac{s}{a^3}=\frac{2k}{3R}.$$

On a vu dans l'art. V, que le soleil étant supposé mu uniformément dans le plan de l'équateur, avec un mouvement angulaire égal à mt; la partie de l'expression de la hauteur de la mer, dependante de l'angle $2nt - 2mt + 2\varpi$, est égale à

$$B. \frac{S}{r^3}. \cos. 2(nt - mt + \varpi - \lambda)$$

le temps t, devant être diminué d'environ $36^h \frac{1}{2}$ relativement au port de Brest. La hauteur de la mer, due à l'action de l'astre s, sera donc

$$B. \frac{s}{a^3}. \cos. 2(nt - qt + \varepsilon - \lambda).$$

On doit encore diminuer dans cette expression, le temps t, d'environ $36^h \frac{1}{2}$; car le flux lunaire se rapprochant de la lune, plus que le flux solaire du soleil, d'une quantité que nous pouvons représenter par $(m' - m)h$; le flux dû à l'action de l'astre s, doit se rapprocher de cet astre, d'une quantité égale à $(q - m)h$. On remplit cette condition en supposant que la valeur de λ est la même pour tous les astres S, s. etc. et en diminuant le temps t, d'environ $36^h \frac{1}{2}$.

Quant à la valeur de B, elle peut être un peu différente pour l'astre s que pour l'astre S, ainsi que nous l'avons observé dans l'art. VI, en comparant l'action de la lune à celle du soleil. On peut représenter cette constante par $B + \left(\frac{q-m}{n}\right) \cdot C$, C étant une nouvelle arbitraire qui est la même pour tous les astres s, s', etc.; mais ces astres étant fort petits, ainsi que le coëfficient $\frac{q-m}{n}$; on peut négliger les termes multipliés par $\frac{q-m}{n}. C. \frac{s}{a^3}$.

Maintenant, la somme de toutes les marées partielles

dépendantes des angles de la forme $2nt +$ etc., et dues aux actions des astres S, s, etc., sera

$$B. \Sigma \frac{s}{a^3} \cdot \cos. 2. (nt - qt + \varepsilon - \lambda)$$

et par conséquent elle sera

$$\frac{2B}{3R} \cdot \Sigma k. \cos. 2. (nt - qt + \varepsilon - \lambda);$$

mais on a par ce qui précède,

$$\Sigma k. \cos. 2 (nt - qt + \varepsilon - \lambda) = \frac{3RS}{2r^3} \cdot \cos. 2 (nt + \varpi - \phi - \lambda);$$

la partie de la hauteur de la mer, due à l'action du soleil, et dépendante de l'angle $2nt + 2\varpi - 2\phi$ est donc

$$B. \frac{S}{r^3} \cdot \cos. 2 (nt + \varpi - \phi - \lambda);$$

expression dans laquelle on doit prendre pour t, r et ϕ, leurs valeurs relatives à l'instant qui précède de trente-six heures et demie celui que l'on considère.

Si l'on transporte à la lune, ce que nous venons de dire du soleil; on trouvera que la partie de la hauteur de la mer due à son action, et indépendante du mouvement de rotation de la terre, est égale à

$$\frac{-(1 + 3 \cos. 2\theta)}{8g \left(1 - \frac{3\rho}{5}\right)} \cdot \frac{L}{r'^3}.$$

Cette expression est un peu moins exacte pour la lune que pour le soleil, à cause de la rapidité de son mouvement dans son orbite.

On trouvera ensuite que la partie de la hauteur de la mer due à l'action de la lune, et dépendante du mouvement de rotation de la terre, est

$$B. \frac{L}{r'^3} . \cos. 2 (nt + \varpi - \phi' - \lambda);$$

les valeurs de r', φ', et t se rapportant à un instant qui précède de trente-six heures et demie l'instant que l'on considère. Cette expression est moins exacte pour la lune que pour le soleil, parce que les termes multipliés par $\frac{m'-q}{n}$. C. $\frac{s}{a^3}$ et que nous avons négligés, sont beaucoup plus sensibles pour la lune que pour le soleil, le facteur $\frac{m'-q}{n}$ étant plus considérable à cause de la rapidité du mouvement lunaire, et les astres fictifs s, s', etc., étant plus grands, à raison des grandes inégalités de ce mouvement. L'omission de ces termes peut être une des causes principales des très-petites différences que nous trouverons dans la suite, entre les résultats de l'observation et du calcul. Il sera nécessaire d'y avoir égard, lorsque l'on aura des observations très-nombreuses et très-précises des marées, et alors on pourra déterminer l'arbitraire C, importante à connoître, pour conclure exactement la masse L de la lune, des phénomènes des marées.

En réunissant tous les termes dûs aux actions du soleil et de la lune, on aura pour l'expression approchée de la hauteur y de la mer,

$$y = -\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$+B.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\cos.2(nt+\varpi-\varphi-\lambda)\\+\frac{L}{r'^3}.\cos.2(nt+\varpi-\varphi'-\lambda)\end{array}\right\};$$

cette expression devant se rapporter à trente-six heures et demie avant le moment que l'on considère.

VIII.

Examinons enfin le cas de la nature, dans lequel le soleil et la lune ne se meuvent pas dans le plan de l'équateur. Nous

avons donné dans l'article III, la manière d'obtenir les forces solaires et lunaires décomposées parallèlement à trois droites perpendiculaires entr'elles, et il en résulte,

1°. Que ces forces décomposées parallèlement au rayon terrestre R, sont

$$-\frac{R}{4}.(1+3.\cos.2\theta).\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\sin.v'^2)\right\}.$$

$$+6R.\sin.\theta.\cos.\theta.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\sin.v.\cos.v.\cos.(nt+\varpi-\phi)\\+\frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'.\cos.(nt+\varpi-\phi')\end{array}\right\}$$

$$+\frac{3R}{2}.\sin.\theta^2.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi)\\+\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi')\end{array}\right\};$$

2°. Que ces forces décomposées perpendiculairement à R, dans le plan du méridien, sont

$$\frac{3R}{4}.\sin.2\theta.\left\{\frac{S}{r^3}(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}(1-3.\sin.v'^2)\right\}$$

$$+3R.\cos.2\theta.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\sin.v.\cos.v.\cos.(nt+\varpi-\phi.)\\+\frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'.\cos.(nt+\varpi-\phi')\end{array}\right\}$$

$$+\frac{3R}{2}.\sin.\theta.\cos.\theta.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\cos.v'^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi)\\+\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi')\end{array}\right\};$$

3°. Que ces forces décomposées perpendiculairement au méridien, sont

$$-3R.\cos.\theta.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\sin.v.\cos.v.\sin.(nt+\varpi-\phi)\\+\frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'.\sin.(nt+\varpi-\phi')\end{array}\right\}$$

$-\frac{3L}{r^3}.$

$$-\frac{3R}{2}.\ \sin.\ \theta.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\cos.\ v^2.\ \sin.\ 2.(nt+\varpi-\phi)\\+\frac{L}{r'^3}.\cos.\ v'^2.\ \sin.\ 2.(nt+\varpi-\phi')\end{array}\right\}.$$

Les forces partielles

$$-\frac{R}{4}.(1+3.\cos 2\theta).\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.\ v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\sin.v'^2)\right\};$$

$$\frac{3R}{4}.\ \sin.\ 2\theta.\ \left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\ \sin.\ v'^2)\right\};$$

variant avec une grande lenteur; on peut, comme on l'a vu dans l'article précédent, supposer que la mer est à chaque instant en équilibre, en vertu de ces forces, et dans ce cas, la partie

$$\frac{-(1+3.\cos\ 2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\ \left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.\ v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\ \sin.\ v'^2)\right\}$$

de l'expression de y, donnée dans l'article II, représente la hauteur de la mer, due à l'action de ces forces.

Les forces partielles dépendantes de l'angle $2nt+2\varpi+$etc. peuvent être decomposées en différens termes multipliés par les sinus et cosinus d'angles de la forme $2nt-2qt+2\varepsilon$. On s'assurera, comme dans l'article précédent, qu'il en résulte dans l'expression de la hauteur de la mer, une quantité égale à

$$B.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\cos.\ v^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi-\lambda)\\+\frac{L}{r'^3}.\cos.\ v'^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi'-\lambda)\end{array}\right\},$$

le temps t devant être diminué dans cette fonction, d'un intervalle qui, pour Brest, est d'environ trente-six heures et demie.

Il nous reste à considérer la partie des forces précédentes,

qui dépend de l'angle $nt + \varpi +$ etc. Cette partie peut se développer en termes multipliés par des sinus et cosinus d'angles de la forme $nt - qt + \varepsilon$, q étant fort petit relativement à n. Chacun de ces termes produira dans l'intervalle d'un jour à-peu-près, un flux et un reflux analogues à ceux que produisent les termes dépendans des angles de la forme $2nt - 2qt + 2\varepsilon$, avec la seule différence, que le flux relatif à l'angle $nt - qt + \varepsilon$, n'a lieu qu'une fois par jour, au lieu que le flux relatif à l'angle $2nt - 2qt + 2\varepsilon$, a lieu deux fois par jour.

Si la mer inondoit la terre entière et n'éprouvoit point de résistance dans ses mouvemens ; les deux espèces de flux que nous venons de considérer, auroient lieu à l'instant même du passage des astres au méridien ; mais nous avons déja observé que dans nos ports, les flux dont la période est d'un demi-jour, suivent ou précèdent ces passages : il en est très-probablement de même des flux dont la période est d'un jour, mais il est possible que ces deux espèces de flux n'ayent pas lieu au même instant.

Nous avons encore vu que le flux dont la période est d'un demi-jour, et qui dépend de l'action de la lune, suit de plus près le passage de cet astre au méridien, que le flux de la même espèce dépendant de l'action du soleil, suit le passage du soleil au méridien. La même chose a lieu, selon toute apparence, relativement au flux dont la période est d'un jour. Cela posé.

En suivant l'analyse des articles V et VII, on trouvera que la hauteur de la mer due aux forces dont la période est à-peu-près d'un jour, peut être représentée par la formule

$$A. \left\{ \begin{array}{l} \frac{S}{r^3}.\,\sin.\,v.\,\cos.\,v.\,\cos.(nt + \varpi - \phi - \gamma) \\ + \frac{L}{r'^3}.\,\sin.\,v'.\,\cos.\,v'.\,\cos.(nt + \varpi - \phi' - \gamma) \end{array} \right\}$$

A et γ étant deux arbitraires que l'observation seule peut

déterminer dans chaque port, et le temps devant être diminué d'un intervalle que l'observation peut seule encore déterminer.

Si l'on réunit toutes ces hauteurs partielles de la mer, on aura pour sa hauteur entière y,

$$y = -\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3\varrho}{5}\right)}\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\sin.v'^2)\right\}$$

$$+A.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\sin.v.\cos.v.\cos.(nt+\varpi-\phi-\gamma)\\+\frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'.\cos.(nt+\varpi-\phi'-\gamma)\end{array}\right\}$$

$$+B.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi-\lambda)\\+\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi'-\lambda)\end{array}\right\};$$

expression dans laquelle on doit observer de diminuer le temps d'un certain intervalle dans les termes multipliés par A, et d'un autre intervalle dans les termes multipliés par B. L'observation peut seule faire connoître ces intervalles dans chaque port, ainsi que les constantes A, γ, B, λ.

La partie de cette expression, multipliée par A, étant très-petite dans nos ports, ainsi que la partie indépendante de A et de B; on peut y supposer sans erreur sensible, le temps t, diminué de la même quantité que dans la partie multipliée par B; ensorte que dans l'expression entière de y, le temps peut être diminué relativement au port de Brest, d'environ trente-six heures et demie.

I X.

Des hauteurs des marées vers les sysigies.

DÉVELOPPONS maintenant les principaux phénomènes des marées, qui résultent de l'expression précédente de y,

et comparons-y les observations. Nous distinguerons ces phénomènes, en deux classes, l'une relative aux hauteurs des marées, et l'autre relative à leurs intervalles. Les marées les plus remarquables sont les plus grandes, qui ont lieu vers les sysigies, et les plus petites, qui ont lieu vers les quadratures : considérons d'abord les premières.

Aux instans de la pleine et de la basse-mer, on a $\frac{dy}{dt}=0$; or on peut, en différentiant l'expression précédente de y, supposer les quantités v, v', r, r', ϕ, et ϕ', constantes, parce que ces quantités variant avec lenteur, l'effet de leurs variations est insensible sur les hauteurs de la pleine et de la basse-mer, ou sur le *maximum* et sur le *minimum* de y; car on sait que vers ces points, une petite erreur sur le temps t, est insensible sur la valeur de y. L'équation $\frac{dy}{dt}=0$, donnera donc

$$0=\frac{A}{2B}.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\sin.\mathrm{v}.\cos.\mathrm{v}.\sin.(nt+\varpi-\phi-\gamma)\\+\frac{L}{r'^3}.\sin.\mathrm{v}'.\cos.\mathrm{v}'.\sin.(nt+\varpi-\phi'-\gamma)\end{array}\right\}$$

$$+\frac{S}{r^3}.\cos.\mathrm{v}^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi-\lambda)$$

$$+\frac{L}{r'^3}.\cos.\mathrm{v}'^2.\cos.2(nt+\varpi-\phi'-\lambda).$$

La fraction $\frac{A}{2B}$ étant très-petite dans nos ports, on peut la négliger sans craindre aucune erreur sensible ; l'équation précédente donnera ainsi

$$\text{tang}.2(nt+\varpi-\phi'-\lambda)=\frac{\frac{S}{r^3}.\cos.\mathrm{v}^2.\sin.2(\phi-\phi')}{\frac{L}{r'^3}.\cos.\mathrm{v}'^2+\frac{S}{r^3}.\cos.\mathrm{v}^2.\cos.2(\phi-\phi')}.$$

On substitura dans l'expression de y, la valeur de $nt+\varpi-\phi'$

déterminée par cette équation ; soit (A), ce que devient alors fonction

$$A.\left\{\begin{array}{l}\frac{S}{r^3}.\sin. v. \cos. v. \cos.(nt+\varpi-\phi-\gamma)\\ +\frac{L}{r'^3}.\sin. v'.\cos. v'.\cos.(nt+\varpi-\phi'-\gamma)\end{array}\right\};$$

on aura

$$y=-\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.(1-\frac{3\rho}{5})}.\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\sin.v'^2)\right\}$$

$$+(A)$$

$$\pm B.\sqrt{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right)^2+\frac{2.L}{r'^3}.\cos.v'^2.\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\cos.2(\phi-\phi')+\left(\frac{S}{r^3}.\cos.v^2\right)^2},$$

le signe + ayant lieu pour la haute-mer, et le signe — ayant lieu pour la basse-mer.

Supposons que cette expression se rapporte à la pleine mer du matin; on aura l'expression de la hauteur de la pleine mer du soir, en augmentant les quantités variables, de ce dont elles croissent dans l'intervalle de ces deux marées. Il faut par conséquent changer le signe de (A), parce que l'angle $nt+\varpi-\phi'-\gamma$, augmente d'environ 180° dans cet intervalle, la petite différence pouvant être négligée, à raison de la petitesse de (A).

Nommons présentement y' la demi-somme des hauteurs des marées du matin et du soir; y' sera ce que nous entendrons dans la suite, par *hauteur moyenne absolue de la marée d'un jour*; on aura à très-peu-près,

$$y'=-\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.(1-\frac{3\rho}{5})}.\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\sin.v'^2)\right\}$$

$$+B.\sqrt{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right)^2+\frac{2L}{r'^3}.\cos.v'^2.\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\cos.2(\phi-\phi')+\left(\frac{S}{r^3}.\cos.v^2\right)^2};$$

toutes les variables de cette expression étant relatives à la basse-mer intermédiaire entre les deux marées du matin et du soir, et devant conséquemment, dans le port de Brest, se rapporter à un instant qui précède de trente-six heures et demie celui de cette basse-mer.

L'excès de la marée du matin sur celle du soir sera 2 (A).

Si l'on nomme (A′) ce que devient (A), lorsque l'on augmente $nt + \varpi$, de 90°; la hauteur de la basse-mer intermédiaire entre les deux marées du matin et du soir, sera

$$-\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3\varphi}{5}\right)}.\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}.(1-3.\sin.v'^2)\right\}+(A')$$

$$-B.\sqrt{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right)^2+\frac{2L}{r'^3}.\cos.v'^2.\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\cos.2(\phi-\phi')+\left(\frac{S}{r^3}.\cos.v^2\right)^2}.$$

En retranchant cette expression, de celle de y', on aura ce que nous entendons par *marée totale*, qui est ainsi, l'excès de la demi-somme des deux marées d'un jour sur la basse-mer intermédiaire; soit y'', cet excès; on aura

$$y''=-(A')+2B.\sqrt{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right)^2+\frac{2L}{r'^3}.\cos.v'^2.\frac{S}{r^3}.\cos.v'^2.\cos.2(\phi-\phi')+\left(\frac{S}{r^3}.\cos.v^2\right)^2}$$

enfin, la différence des deux basses-mers consécutives sera 2. (A′).

Vers le *maximum* des marées, ou vers les sysigies, l'angle $\phi-\phi'$ est peu considérable, puisqu'il est nul au *maximum*; on aura donc à-peu-près, à l'instant de la pleine mer, $nt+\varpi-\phi'=\lambda$, ce qui donne

$$(A)=A.\left\{\frac{S}{r^3}.\sin.v.\cos.v+\frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'\right\}\cos.(\lambda-\gamma);$$

$$(A')=-A.\left\{\frac{S}{r^3}.\sin.v.\cos.v+\frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'.\right\}.\sin.(\lambda-\gamma).$$

Ces expressions ont une exactitude suffisante, à cause de la petitesse de A. Cela posé; si dans les termes multipliés

par B, on néglige la quatrième puissance de $\phi' - \phi$, on aura vers les sysigies,

$$y' = -\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3g}{6}\right)}.\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2) + \frac{L}{r'^3}.(1-5.\sin.v'^2)\right\}$$

$$+ B.\left\{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2 + \frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right\}$$

$$- \frac{2B.\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2}{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2 + \frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2}.(\phi'-\phi)^2;$$

$$y'' = A.\left\{\frac{S}{r^3}\sin.v.\cos.v + \frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'\right\}\sin.(\lambda-\gamma)$$

$$+ 2B.\left\{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2 + \frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right\}$$

$$- \frac{4B.\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2}{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2 + \frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2}.(\phi'-\phi)^2.$$

En considérant ces expressions de y' et de y'', on voit d'abord que les déclinaisons du soleil et de la lune influent sur les hauteurs absolues de la mer, et sur les marées totales des sysigies, ensorte que, toutes choses égales d'ailleurs, les plus grandes de ces marées totales ont lieu vers les équinoxes, et les plus petites vers les solstices; les premières étant aux secondes à-peu-près dans le rapport de l'unité, au carré du cosinus de l'obliquité de l'écliptique. L'action de la lune, pour élever les eaux de la mer, étant environ trois fois plus grande que celle du soleil, l'effet de sa déclinaison est en même raison, plus considérable. Les marées sysigies des solstices sont donc les plus petites qu'il est possible, lorsque le nœud ascendant de l'orbite lunaire coïncide avec l'équinoxe. Ainsi les phénomènes des marées dépendent du mouvement des nœuds de la lune.

On voit ensuite que tout étant égal d'ailleurs, les marées sysigies sont plus grandes dans le périgée de la lune que dans son apogée, parce que la fraction $\frac{L}{r'^3}$ augmente très-sensiblement dans le premier cas, et diminue dans le second cas. Pareillement, le soleil étant apogée vers le solstice d'été, et périgée vers le solstice d'hiver, les marées des solstices d'hiver surpassent celles des solstices d'été; mais cet effet de la variation des distances est moins sensible pour le soleil que pour la lune, parce que l'excentricité de l'orbite terrestre est environ trois fois moindre que celle de l'orbite lunaire, et que l'action du soleil est trois fois plus foible que celle de la lune.

X.

POUR démêler ces divers effets dans les observations, afin d'y comparer la théorie, il faut combiner ces observations de manière que chaque effet s'y montre séparément. Considérons d'abord l'effet des déclinaisons des astres. On ajoutera dans l'une des deux sysigies qui comprennent l'équinoxe, les hauteurs moyennes absolues de la mer, du jour même de la sysigie et des trois jours qui la suivent. Le *maximum* de cette hauteur tombera entre ces observations. On ajoutera pareillement dans l'autre sysigie, les hauteurs moyennes absolues du jour même de la sysigie, et des trois jours qui la suivent. On fera ensuite de ces deux sommes partielles, une somme totale que nous désignerons par h. L'effet des variations des distances du soleil et de la lune sera à-peu-près nul dans h, parce que le soleil est dans sa moyenne distance à la terre, vers les équinoxes, et que si dans l'une des deux sysigies, la lune est apogée, elle est périgée dans l'autre. On peut donc supposer dans h, r égal à la moyenne distance du soleil, et r' égal à la moyenne distance sysigie de la lune.

Si l'on ajoute les huit valeurs de y', correspondantes aux huit

huit jours d'observation que nous venons de considérer, la somme des termes dépendans de $(\varphi' - \varphi)^2$, sera

$$-\frac{4\alpha.B.\frac{S}{r^3}.\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}}.v^2.\cos.\varepsilon^2,$$

ε étant l'obliquité de l'écliptique, v étant le moyen mouvement synodique de la lune, dans l'intervalle des deux marées consécutives du matin ou du soir vers le *maximum* des marées, et α étant la somme des carrés des quatre intervalles de l'instant de ce *maximum* dans chaque sysigie, aux instans des basses-marées intermédiaires entre les deux marées du matin et du soir, dans chacun des quatre jours que l'on considère, l'intervalle entre deux marées consécutives du matin et du soir vers les sysigies étant pris pour unité. Cela suit de ce que l'angle $\varphi' - \varphi$, est nul à l'instant du *maximum*, et de ce que vers les équinoxes, la variation journalière de cet angle est égale à $v.\cos.\varepsilon$.

Dans le terme $B.\left(\frac{S}{r^3}.\cos.v^2 + \frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right)$ de l'expression de y', la variation de v' dans l'intervalle des quatre jours d'observation considérés dans chaque sysigie, devient sensible. Supposons que q soit la longitude du soleil, à l'instant de la sysigie, q étant fort petit; la somme des quatre valeurs du terme précédent, relatives à ces quatre jours, sera à fort peu-près

$$4B.(1-q^2.\sin.\varepsilon^2).\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\} - \alpha B.\frac{L}{r'^3}.\sin.\varepsilon^2.v^2;$$

parce que le *maximum* des hauteurs des marées tombe à-peu-près au milieu des observations extrêmes.

De là il est facile de conclure

$$h = -\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$+ 8\,B.\,(1 - q^2.\sin.\varepsilon^2).\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$- 2\alpha.\,B.\,\frac{L.v^2}{r'^3}.\left\{\frac{\sin.\varepsilon^2 + \frac{2S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2}{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}}\right\}$$

la valeur de q^2 étant ici une moyenne entre les deux valeurs de cette quantité, relatives aux deux sysigies qui comprennent l'équinoxe.

Si l'on nomme l, la somme des huit marées totales correspondantes aux huit hauteurs moyennes absolues précédentes, l'expression de y'' donnera

$$l = 16\,B.\,(1 - q^2\sin.\varepsilon^2)\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$- 4\alpha.\,B.\,\frac{L}{r'^3}.\,v^2.\left\{\frac{\sin.\varepsilon^2 + 2\frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2}{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}}\right\}.$$

En opérant de la même manière sur les deux sysigies qui comprennent un solstice d'été, et en supposant que dans ce solstice, la déclinaison de la lune est la même que celle du soleil, et égale à ε; enfin, en nommant h' et l' ce que deviennent alors h et l, on trouvera à fort peu-près

$$h' = -\frac{(1 + 3.\cos.2\theta)}{g.\left(1 - \frac{3\rho}{5}\right)}.\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}.(1 - 3.\sin.\varepsilon^2)$$

$$+ 8\,B.\,(1 + q'^2.\,\text{tang}.\,\varepsilon^2)\cos.\varepsilon^2.\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$+ 2\alpha.\,B.\,\frac{L}{r'^3}.\,v^2.\left\{\frac{\sin.\varepsilon^2 - \frac{2S}{r^3}}{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}}\right\}$$

$$l' = 8\,A.\sin.\varepsilon.\cos.\varepsilon.\sin.(\lambda - \gamma).\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$+ 16\,B.(1 + q'^2.\,\text{tang.}\,\varepsilon^2).\,\cos.\,\varepsilon^2.\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$+ 4\,\alpha.\,B.\frac{L}{r'^3}.\,v^2.\left\{\sin.\,\varepsilon^2 - \frac{\frac{2S}{r^3}}{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}}\right\};$$

$90° - q'$ étant la longitude moyenne du soleil à l'instant de la sysigie, et q'^2 étant une moyenne entre les deux valeurs de cette quantité relatives aux deux sysigies qui comprennent le solstice d'été.

Dans ces expressions de h' et de l', le rayon r est la distance apogée du soleil; on aura les valeurs de h' et de l', relatives aux solstices d'hiver, en y changeant ε dans $-\varepsilon$, parce que les déclinaisons des deux astres changent de signe, et en supposant que r est la distance périgée du soleil.

Pour faire disparoître l'effet des variations des distances du soleil, ainsi que le terme multiplié par A, on ajoutera un nombre quelconque i de valeurs de h', relatives aux solstices d'été, au même nombre de valeurs de h' relatives aux solstices d'hiver. Soit (h') cette somme. On ajoutera semblablement i valeurs de l' relatives aux solstices d'été, à i valeurs de l' relatives aux solstices d'hiver; soit (l') cette somme. Nommons pareillement (h) et (l), la somme de $2i$ valeurs soit de h, soit de l, on aura

$$(h) = -2\,i.\frac{(1 + 3.\cos.\,2\theta)}{g\left(1 - \frac{3\,\varrho}{5}\right)}.\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$+ 16\,i.\,B.(1 - q^2.\sin.\,\varepsilon^2).\left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$$

$$-4i.\,\alpha B.\frac{L}{r'^3}.\,v^2.\left\{\frac{\sin.\,\varepsilon^2 + \frac{2.S}{r^3}.\cos.\,\varepsilon^2}{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}}\right\};$$

$$(l) = 32.\,i\mathrm{B}.\,(1 - q^2.\sin.\varepsilon^2).\left\{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}\right\}$$

$$- 8\,i\,\alpha.\,\mathrm{B}.\,\frac{\mathrm{L}}{r'^3}.\,v^2.\left\{\frac{\sin.\varepsilon^2 + \frac{2.\mathrm{S}}{r^3}.\cos.\varepsilon^2}{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}}\right\};$$

$$(h') = -\,2\,i.\,\frac{(1 + 3.\cos.2\theta)}{g.\left(1 - \frac{3\rho}{5}\right)}.\;\left\{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}\right\}.\,(1 - 3.\sin.\varepsilon^2)$$

$$+\,16.\,i\mathrm{B}.\,(1 + q'^2.\,\mathrm{tang}.\,\varepsilon^2).\cos.\varepsilon^2.\left\{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}\right\}$$

$$+\,4\,i.\,\alpha.\,\mathrm{B}.\,\frac{\mathrm{L}}{r'^3}.\,v^2.\left\{\frac{\sin.\varepsilon^2 - \frac{2\mathrm{S}}{r^3}}{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}}\right\};$$

$$(l') = 32.\,i\mathrm{B}.\,(1 + q'^2.\,\mathrm{tang}.\,\varepsilon^2).\,\cos.\varepsilon^2.\left\{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}\right\}$$

$$+\,8\,i\alpha.\,\mathrm{B}.\,\frac{\mathrm{L}}{r'^3}.\,v^2.\left\{\frac{\sin.\varepsilon^2 - \frac{2.\mathrm{S}}{r^3}}{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}}\right\}.$$

Dans ces expressions, les distances r et r' sont les moyennes distances du soleil et de la lune sysigie; ensorte que l'effet de la variation des distances disparoît, ainsi que la valeur de A. La valeur de q^2 est moyenne entre toutes les valeurs de cette quantité, relatives aux $2i$ sysigies des équinoxes, et la valeur de q'^2 est moyenne entre toutes les valeurs relatives aux $2\,i$ sysigies des solstices.

Les expressions précédentes donnent

$$(h) - (h') = -\frac{6\,i.\,(1 + 3.\cos.2\theta)}{g\left(1 - \frac{3\rho}{5}\right)}.\sin.\varepsilon^2.\left\{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}\right\}$$

$$+\,16\,i.\mathrm{B}.\,(1 - 2\,q^2.\,\sin.\varepsilon^2.)\left\{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}\right\}$$

$$-\,8\,i.\,\alpha.\mathrm{B}.\,\frac{\left(\frac{\mathrm{L}}{r'^3}\right)^2.\;v^2\sin.\varepsilon^2}{\frac{\mathrm{S}}{r^3} + \frac{\mathrm{L}}{r'^3}};$$

$$(l)-(l') = 32.iB.(1-2q^2).\sin.\varepsilon^2.\left(\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right)$$

$$-16.i\alpha.B.\frac{\left(\frac{L}{r'^3}\right)^2 v^2 \sin.\varepsilon^2.}{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}}$$

la valeur de q^2 dans ces expressions, étant une moyenne entre les valeurs de q^2 et de q'^2, relatives aux $4\,i$ sysigies des équinoxes et des soltices. On voir ainsi que $(l)-(l')$ est à-peu-près double de $(h)-(h')$; la première de ces quantités est même plus que double de la seconde, à Brest, à cause du facteur $1+3.\cos.2\theta$, qui est positif dans ce port. Voilà donc un moyen simple de juger par les observations, de l'effet des déclinaisons du soleil et de la lune sur les marées, et de comparer à cet égard la théorie aux observations.

X I.

Pour cela, j'ai fait usage des observations faites à Brest, vers le commencement de ce siècle, et consignées dans le recueil dont j'ai fait mention, (art. I). J'ai considéré les deux sysigies entre lesquelles l'équinoxe ou le solstice étoit compris; j'ai pris la somme des hauteurs absolues de la mer, au-dessus du zéro de l'échelle d'observation, le jour même de la sysigie, et les trois jours qui la suivent. Les hauteurs des deux marées de chaque jour, ayant été très-souvent observées, j'ai pris pour hauteur absolue de la marée, la moyenne entre les hauteurs absolues des deux marées. Dans le très-petit nombre de cas où une seule des hauteurs a été observée, je l'ai corrigée pour la réduire à la hauteur moyenne, en faisant usage de l'excès d'une des marées sur l'autre dans les solstices, excès que je déterminerai ci-après. Pour avoir les marées totales, dans le cas où la basse-mer

intermédiaire entre les deux marées d'un même jour n'a pas été observée ; j'ai conclu par interpolation, la hauteur de cette basse-mer.

C'est en discutant ainsi avec soin, les observations, que j'ai formé la table suivante : les hauteurs absolues et les marées totales de cette table, sont chacune la somme des huit hauteurs absolues, et des huit marées totales correspondantes aux huit jours des deux sysigies considérées dans chaque équinoxe et dans chaque solstice.

TABLE PREMIÈRE.

MARÉES DES SYSIGIES DES ÉQUINOXES.

		Hauteurs absolues.	Marées totales.
		Pieds.	Pieds.
1711.	Sept.	145, 549.	151, 215
		139, 299.	148, 285
1712.	Mars.	143, 028.	145, 444
	Sept.	144, 667.	146, 889
1714.	Sept.	141, 076.	149, 201
		141, 368.	151, 076
1715.	Mars.	145, 639.	150, 056
	Sept.	141, 160.	149, 285
1716.	Mars.	140, 701.	156, 743
	Sept.	138, 924.	145, 007
TOTAL.		1421,411	1493,201.

MARÉES DES SYSIGIES DES SOLSTICES.

		Hauteurs absolues.	Marées totales.
		Pieds.	Pieds.
1711.	Juin.	132, 257.	126, 368
	Déc.	140, 278.	130, 361
1712.	Juin.	133, 292.	128, 042
	Déc.	138, 514.	129, 097
1714.	Juin.	134, 695.	133, 236
	Déc.	133, 910.	134, 910
1715.	Juin.	133, 715.	130, 799
	Déc.	131, 854.	137, 063
	Déc.	133, 938.	139, 542
1716.	Juin.	133, 660.	140, 729
TOTAL.		1346,113.	1330,147.

J'observerai sur ces résultats, que les deux sysigies du solstice de décembre 1711, ne comprennent pas ce solstice, le défaut des observations des basses-marées dans la sysigie qui suit ce solstice, m'ayant forcé de considérer les sysigies du 25 novembre et du 9 décembre de la même année. Par la même raison, j'ai considéré en 1716, les sysigies du premier et du 15 septembre : ces dernières observations n'ont point été imprimées dans le tome IV de l'Astronomie de M. de la Lande; mais M. de Cassini a bien voulu me les communiquer manuscrites.

Pour multiplier les observations, j'ai considéré en 1711 et en 1714, les deux sysigiès consécutives qui ont précédé, et celles qui ont suivi chaque équinoxe d'automne, ainsi

les premiers nombres de ces deux équinoxes sont relatifs aux deux sysigies dont l'une précède et l'autre suit médiatement l'équinoxe; et les seconds nombres sont relatifs aux deux sysigies dont l'une précède et l'autre suit immédiatement l'équinoxe. Pareillement, les premiers nombres du solstice de décembre 1715 sont relatifs aux deux sysigies dont l'une précède et l'autre suit médiatement le solstice, et les seconds nombres sont relatifs aux deux sysigies dont l'une précède et l'autre suit immédiatement le solstice.

On voit par la table précédente, l'influence des déclinaisons du soleil et de la lune sur les marées totales des solstices; cette influence est si sensible, qu'elle s'est constamment manifestée dans les dix équinoxes et dans les dix solstices de cette table, puisque le plus grand des nombres relatifs aux marées totales des solstices est plus foible que le plus petit des nombres relatifs aux marées totales des équinoxes. Dans les quatre premiers solstices, les marées totales sont plus foibles que dans les solstices suivans, parce que la position des nœuds de l'orbite lunaire a augmenté les déclinaisons solsticiales de la lune en 1711 et 1712. On peut donc regarder comme un phénomène incontestable, que les plus fortes marées totales ont lieu à Brest dans les équinoxes, en entendant toujours par *marée totale*, la demi-somme des deux marées d'un même jour, au-dessus du niveau de la basse-mer intermédiaire.

Les déclinaisons du soleil et de la lune influent pareillement sur les hauteurs absolues des marées, mais d'une manière moins sensible que sur les marées totales; car la différence du total des hauteurs absolues des marées dans les équinoxes précédens, au total des mêmes hauteurs dans les solstices, n'est que de 75pi., 298, tandis que cette même différence pour les marées totales est de 163pieds, 054, et par conséquent plus que double de la première, comme cela doit être par l'art. X.

XII.

XII.

COMPARONS maintenant la théorie aux observations, et voyons si les déclinaisons des astres ont sur les marées, la même influence par les observations que par la théorie. On verra ci-après que $\frac{L}{r'^3}$ est à fort peu-près triple de $\frac{S}{r^3}$, ensorte que l'on peut, sans erreur sensible, faire cette supposition dans les termes de l'expression de $(l)-(l')$, multipliés par v^2; cette expression trouvée dans l'article X, deviendra ainsi, en négligeant les produits de quatre dimensions de v et de q,

$$(l)-(l')=(l).\sin.\varepsilon^2-(l).\sin.\varepsilon^2.\left\{q^2+\frac{3.\alpha}{3\lambda}.v^2\right\}.(2-\sin.\varepsilon^2);\ (1)$$

nous prendrons pour q^2, sa valeur moyenne entre les deux extrêmes qui ont lieu lorsque la sysigie arrive dans l'équinoxe même, et lorsqu'elle arrive quinze jours après; ces valeurs sont $q^2=\frac{1}{2}.(\sin.\ 14^\circ\ 30')^2$.

v est le moyen mouvement synodique de la lune, dans l'intervalle de deux marées consécutives du matin ou du soir vers les sysigies; on verra dans la suite que cet intervalle est de 24 heures 39'. Le moyen mouvement correspondant de la lune est de 12° 47', en ayant égard à l'argument de la variation, qui augmente constamment ce mouvement dans les sysigies.

Pour déterminer la valeur de α, nous supposerons, par un milieu, que dans les sysigies de la table précédente, la sysigie est arrivée à midi, et qu'elle précede de trente-six heures et demie, le *maximum* des marées. L'intervalle de deux marées consécutives du matin et du soir vers les sysigies, étant pris pour l'unité; les intervalles du *maximum* des marées à la basse-marée intermédiaire de chacun

des quatre jours que nous avons considérés dans chaque sysigie, seront par l'article suivant

$$1{,}58169;\quad 0{,}58169;\quad -0{,}41831;\quad -1{,}41831.$$

La somme de leurs carrés est la valeur de α, qui par conséquent, est égale à 5,0266. Cela posé, si l'on prend pour ε l'obliquité de l'écliptique qui, à l'époque des observations précédentes, étoit d'environ 23° 29′, et si l'on observe que par la table première, on a $(l) = 1493^{\text{pieds}},201$; l'équation (1) deviendra

$$(l) - (l') = 213^{\text{pieds}},347.$$

La table première donne

$$(l) - (l') = 163^{\text{pieds}},054,$$

ainsi le résultat de l'observation est plus petit que celui de la théorie, de $50^{\text{pieds}},293$. Cette différence paroît trop considérable pour pouvoir être attribuée aux erreurs des observations; mais l'expression de $(l) - (l')$, donnée par l'équation (1), suppose l'orbite de la lune dans le plan de l'écliptique, tandis qu'elle lui est inclinée d'environ 5° : or, dans le plus grand nombre des observations solsticiales de la table première, les nœuds de l'orbite lunaire étoient disposés de manière que dans les solstices, la déclinaison de la lune étoit de plusieurs degrés, inférieure à l'obliquité de l'écliptique; on doit par conséquent, supposer ε moindre que cette obliquité, dans l'équation (1), et pour réduire son second membre à la valeur de $(l) - (l')$, donnée par les observations, on trouve qu'il faut supposer ε égal à 20° 24′. C'est encore à-peu-près ce qui résulte des positions des nœuds de l'orbite lunaire, dans les observations solsticiales de la table précédente.

Cette table donne

$$(h) - (h') = 75^{\text{pieds}},298;$$

$$(l) - (l') = 163^{\text{pieds}},054,$$

et par conséquent, l'excès de $\frac{1}{2}(l) - \frac{1}{2}(l')$ sur $(h) - (h')$, est, suivant les observations de cette table, égal à $6^{\text{pieds}},229$. Cet excès, par l'article X, est égal à

$$\frac{3\rho.(1+3.\cos.2\theta)}{g.(1-\frac{3\rho}{5})}.\ \sin.\varepsilon^2.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}.$$

On a *(Mémoires de l'Acad., année* 1776, *pag.* 210*)*,

$$\frac{3.S}{2r^3g} = 0^{\text{pieds}},7629;$$

de plus, la densité ρ de la mer est, d'après les observations faites sur l'attraction des montagnes, une petite fraction de la moyenne densité de la terre, ensorte que l'on peut négliger la fraction $\frac{3\rho}{5}$ vis-à-vis de l'unité; la fraction $\frac{L}{r'^3}$ est égale à $\frac{3S}{r^3}$; l'angle ε doit être supposé, par ce qui précède, égal à $20^\circ\ 24'$; enfin, la latitude de Brest est de $48^\circ\ 22'\ 42''$, ce qui donne à-peu-près, $2\theta = 83^\circ\ 14'\ 36''$; cela posé, on aura

$$\frac{3\rho.(1+3.\cos.2\theta)}{g.(1-\frac{3\rho}{5})}.\ \sin.\varepsilon^2.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\} = 10^{\text{pieds}},037.$$

Ce résultat ne diffère que de $3^{\text{pieds}},808$, de celui des observations, et cette différence est dans les limites des erreurs dont elles sont susceptibles.

XIII.

Un phénomène bien constaté par les observations, est que les plus grandes marées n'arrivent pas le jour même des sysigies, mais un ou deux jours après. Pour le vérifier, j'ai ajouté dans chaque équinoxe et dans chaque solstice de la table première, les deux marées totales du jour même de la sysigie ; j'ai ajouté pareillement les marées totales des deux jours qui suivent la sysigie ; les premières sommes ont été constamment plus foibles que les secondes, ce qui prouve que le phénomène dont il s'agit, est très-sensible à Brest, puisqu'il s'est manifesté non-seulement dans l'ensemble de toutes les observations, mais encore dans chacun des équinoxes et des solstices de la table précédente.

L'intervalle dont le *maximum* des marées suit la sysigie, est un élément important de la théorie des marées. Pour le déterminer par les observations, j'ai ajouté les marées totales de chaque jour, dans les vingt sysigies équinoxiales et dans les vingt sysigies solsticiales de la table première, en considérant les marées totales du jour même de la sysigie et des trois jours qui la suivent ; j'ai trouvé les quatre sommes suivantes,

$$692^{\text{pieds}},91\,;\ 711^{\text{pieds}},73\,;\ 722^{\text{pieds}},93\,;\ 695^{\text{pieds}},78\,;\ (a);$$

la première de ces sommes étant relative au jour même de la sysigie ; la seconde étant relative au premier jour qui la suit ; la troisième somme étant relative au second jour ; enfin, la quatrième étant relative au troisième jour après la sysigie. L'ensemble de ces observations embrasse quarante sysigies, qui sont arrivées les unes, le matin, et les autres, le soir ; ensorte qu'on peut supposer, par un milieu, que dans cet ensemble, le moment de la sysigie a été celui de midi.

Si l'on prend pour unité, l'intervalle de deux marées

consécutives du matin et du soir, vers les sysigies, et que l'on nomme ζ, la distance de la basse-marée intermédiaire entre les deux marées d'un jour quelconque fort voisin de la sysigie, à la sysigie supposée arriver à midi; les quatre sommes précédentes pourront être représentées par la formule $m + n\zeta - p\zeta^2$. En effet, supposons que x soit l'intervalle d'une marée du matin d'un jour quelconque fort voisin de la sysigie, à la sysigie supposée arriver à midi, et que la hauteur absolue de cette marée soit exprimée par la formule $a + bx - cx^2$, en n'ayant égard qu'aux flux partiels dont la période est d'un demi-jour, les seuls que l'on doit considérer ici, parce que les effets des autres flux partiels se compensent dans les observations de la table précédente. La hauteur absolue de la marée du soir du même jour, sera

$$a + b.(x + \tfrac{1}{2}) - c.(x + \tfrac{1}{2})^2;$$

et la hauteur de la basse-mer intermédiaire sera

$$-a - b.(x + \tfrac{1}{4}) + c.(x + \tfrac{1}{4})^2.$$

L'expression de la marée totale sera donc

$$2a - \tfrac{1}{16}c + 2b.(x + \tfrac{1}{4}) - 2c.(x + \tfrac{1}{4})^2;$$

or $x + \frac{1}{4}$ est ce que nous avons nommé ζ; les sommes (a) peuvent donc être représentées par la formule $m + n\zeta - p\zeta^2$.

Pour déterminer les coëfficiens m, n, et p, à leur moyen; il faut avoir les valeurs de ζ relatives à chacune d'elles. On verra ci-après que vers les sysigies, l'intervalle des marées consécutives du matin ou du soir, est de $24^h\,39'$; on verra de plus que la marée du matin du jour de la sysigie supposée arriver à midi, en est éloignée de $8^h\,39'\,30''$, ensorte que sa distance à la sysigie, comptée en intervalles des marées consécutives du matin, pris pour unité, est $-\frac{8^h\,39'\,30''}{24^h\,39'}$;

je l'affecte du signe —, parce qu'elle précède la sysigie. On aura la distance à la sysigie, de la basse-marée intermédiaire du jour même de la sysigie, en ajoutant $\frac{1}{4}$ à la distance précédente, ce qui donne, relativement au jour même de la sysigie.

$$\zeta = \frac{1}{4} - \frac{8^h\ 39'\ 30''}{24^h\ 39'} = -0{,}10125.$$

On aura les valeurs de ζ, relatives au premier, au second et au troisième jour qui suivent la sysigie, en augmentant successivement d'une unité, cette première valeur de ζ. Ainsi, l'on aura, relativement aux quatre nombres (a)

$$\zeta = -\ 0{,}10125\,;$$
$$\zeta = 0{,}89875\,;$$
$$\zeta = 1{,}89875\,;$$
$$\zeta = 2{,}89875.$$

Maintenant, si l'on prend la seconde différence des trois premiers nombres (a), et la seconde différence des trois derniers, et que l'on prenne un milieu entre ces secondes différences, on aura la seconde différence finie de la formule $m + n\zeta - p\zeta^2$, ζ variant de l'unité. Cette différence seconde est $-2p$; on trouvera ainsi

$$p = 11^{\text{pieds}},4925.$$

On ajoutera ensuite successivement aux nombres (a), les valeurs de $p\zeta^2$, que l'on obtiendra en donnant successivement à ζ, les quatre valeurs précédentes, et l'on aura les quatre nouveaux nombres

$$693^{\text{pieds}},03\,;\ 721^{\text{pieds}},01\,;\ 764^{\text{pieds}},36\,;\ 792^{\text{pieds}},35\,;\ (b)$$

ces quatre nombres sont représentés par la formule $m + n\zeta$; en prenant les différences du premier et du second de

ces nombres, du second et du troisième, du troisième et du quatrième, et en prenant le tiers de la somme de ces trois différences, ce qui revient à prendre le tiers de la différence du premier et du quatrième des nombres (b); on aura la différence première de la formule $m+n\zeta$, et par conséquent, la valeur de n. On trouvera ainsi,

$$n=33^{\text{pieds}},1067.$$

Si l'on retranche des quatre nombres (b), les valeurs correspondantes de $n\zeta$, on aura les suivans,

$$696^{\text{pieds}},38;\ 691^{\text{pieds}},26;\ 701^{\text{pieds}},50;\ 696^{\text{pieds}},38;\ (c)$$

chacun de ces nombres est représenté par m; on aura donc la valeur de m, en prenant un milieu entr'eux, ce qui donne

$$m=696^{\text{pieds}},38.$$

La formule $m+n\zeta-p\zeta^2$, devient ainsi

$$696^{\text{pieds}},38+33^{\text{pieds}},1067.\ \zeta-11^{\text{pieds}},4925.\ \zeta^2.$$

On peut la mettre sous cette forme

$$720^{\text{pieds}},22-11^{\text{pieds}},4925.\ (\zeta-1,44036)^2;\ (e)$$

il est aisé de voir que les erreurs de cette formule comparée aux nombres (a), ne sont que les différences des nombres (c), à la valeur de m; ces erreurs sont par conséquent

$$0;\ -5^{\text{pieds}},12;\ +5^{\text{pieds}},12;\ 0;$$

elles sont dans les limites des erreurs dont les observations elles-mêmes sont susceptibles.

La formule (e) est à son *maximum*, lorsque $\zeta=1,44036$.

En multipliant cette valeur de ζ, par $24^h\,39'$, on aura $35^h\,30'$ pour l'intervalle dont le *maximum* de la marée totale suit la sysigie. Il est visible, par ce qui précède, que cette quantité est encore l'intervalle dont le *maximum* de la hauteur absolue de la marée suit la sysigie.

Pour comparer sur ce point, la théorie aux observations, nous remarquerons que la somme des valeurs de (l) et de (l'), trouvées dans l'art. X, peut être mise sous cette forme,

$$32\,i\,B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}(1+\cos.\varepsilon^2).\left\{1-\frac{\frac{2.S}{r^3}.\frac{L}{r'^3}.}{\left(\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right)^2}.\frac{\alpha}{4}.\upsilon^2\right\}$$

Si l'on suppose $i=5$, dans cette fonction, elle sera la somme des quatre nombres (a). La quantité α est la somme des valeurs de $(\zeta-1{,}44036)^2$, correspondantes à chacun de ces nombres. Il est aisé d'en conclure que ces nombres sont représentés par la formule

$$40.B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}.(1+\cos.\varepsilon^2).\left\{1-\frac{\frac{2.S}{r^3}.\frac{L}{r'^3}}{\left(\frac{S}{r^3}.+\frac{L}{r'^3}\right)^2}.\upsilon^2.(\zeta-1{,}44036)^2\right\}.$$

En comparant cette formule à celle-ci

$$720^{pieds},22-11^{pieds},4925.\,(\zeta-1{,}44036)^2$$

qui résulte de l'observation, on aura

$$720^{pi.},22.\frac{\frac{2.S}{r^3}.\frac{L}{r'^3}.\upsilon^2.}{\left(\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right)^2}=11^{pi.},4925.$$

Pour voir si cette équation est satisfaite, nous observerons que l'on a à fort-peu-près, $\frac{L}{r'^3}=\frac{3.S}{r^3}$; de plus, on a par l'article XII.

$$\upsilon=12^{\circ}\,47';\quad \varepsilon=20^{\circ}\,24';$$

on

on trouve ainsi que le premier membre de cette équation devient 13pi.,223. La différence d'avec le second membre peut être attribuée aux erreurs des observations ; ainsi la théorie est, sur ce point, d'accord avec elles.

XIV.

Pour m'assurer encore plus de cette conformité; j'ai déterminé la somme des marées totales dans les sysigies de la table première, relativement au jour qui précède la sysigie, et que je désigne par — 1, au jour même de la sysigie, et que je désigne par zéro, et relativement aux quatre jours qui la suivent, et que je désigne successivement par 1, 2, 3, et 4; j'ai obtenu les résultats suivans,

TABLE SECONDE.

Jours.	Marées totales des équinoxes.	Marées totales des solstices.
	Pieds.	Pieds.
— 1	334, 32.	308, 15
0	363, 10.	329, 81
1	377, 52.	334, 21
2	386, 27.	336, 66
3	366, 32.	329, 46
4	335, 14.	306, 23.

Les sommes des marées totales, tant des équinoxes que des solstices, correspondantes aux différens jours, sont

642pi.,47; 692pi.,91; 711pi.,73; 722pi.,93; 695pi.,78; 641pi.,37, (q).

Si l'on prend une moyenne entre les différences secondes successives de ces six nombres, on aura 26pi.,212, dont la moitié 13pi.,106, est la valeur de p donnée par ces observations, et que nous venons de trouver par la théorie, égale

à 13$^{pi.}$,223, ce qui s'accorde aussi exactement qu'on peut le desirer.

Nous verrons dans la suite, qu'en prenant un milieu entre les divers résultats des observations, la distance du *maximum* des marées, à la sysigie, est à fort-peu-près de 36 heures et demie; en divisant donc 36^h,5 par 24^h 39′, on aura cette distance en parties de l'intervalle des marées consécutives du matin et du soir vers les sysigies, et l'on trouvera 1,48073. Cela posé, représentons chacun des six nombres (q) par la formule

$$K - 13^{pi.},223.(\zeta - 1,48073)^2;$$

en substituant pour ζ, ses diverses valeurs relatives aux jours — 1, 0, 1, 2, 3, 4, et qui par l'article précédent, sont égales à

$$-1,10125; -0,10125; 0,89875; 1,89875; 2,89875; 3,89875;$$

on aura

$$6K - 231^{pi.},937$$

pour la somme des nombres (q), résultante de la formule précédente; mais cette somme est égale à 4107$^{pi.}$,19; partant,

$$K = 723^{pi.},188,$$

et la formule précédente devient

$$723^{pi.},188 - 13^{pi.},223.(\zeta - 1,48073)^2; \quad (r).$$

En y substituant successivement pour ζ, ses valeurs correspondantes aux jours de la table II, on aura les six nombres

635$^{pi.}$,035; 690$^{pi.}$,095; 718$^{pi.}$,709; 720$^{pi.}$,877; 696$^{pi.}$,599; 645$^{pi.}$,876;

ces nombres comparés aux nombres (q) donnent pour les erreurs de la formule

—7$^{pi.}$,435; —2$^{pi.}$,815; +6$^{pi.}$,979; —2$^{pi.}$,053; +0$^{pi.}$,819; +4$^{pi.}$,506;

et l'on voit que ces erreurs sont dans les limites de celles des observations. La valeur de K est, par l'article précédent, égale à

$$40.\, B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}.\,(1+\cos.\varepsilon^2),$$

on aura donc

$$2\ B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}=\frac{723^{pi},188}{20.\,(1+\cos.\varepsilon^2)};$$

en supposant, conformément à l'article XII, $\varepsilon = 20^\circ\ 24'$; on aura

$$2\ B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}=19^{pi.},249;$$

c'est la valeur de la plus grande marée totale qui auroit lieu à Brest, si le soleil et la lune se mouvoient uniformément dans le plan de l'équateur, aux distances r et r' de la terre.

On peut craindre que la formule (r) ne s'étende pas à des intervalles aussi éloignés du *maximum*, que ceux que nous avons considérés; mais on s'assurera facilement de son exactitude, en développant le radical

$$\sqrt{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right)^2+\frac{2S}{r^3}.\cos.\ v^2.\frac{L}{r'^3}\cos.v'^2.\cos.\ 2(\varphi'-\varphi)+\left(\frac{S}{r^3}\cos.\ v^2\right)}$$

qui entre dans l'expression de y''; on trouvera que les termes multipliés par $(\varphi'-\varphi)^4$ sont encore assez petits, aux distances précédentes du *maximum*, pour pouvoir être négligés sans erreur sensible.

Si l'on divise $723^{pi.},188$, par $1+\cos.\varepsilon^2$, ou par $1+(\cos.20^\circ\ 24')^2$, on aura $384^{pi.},98$. En multipliant cette quantité par $1-q^2.\sin.\varepsilon^2$, l'expression des marées totales des équinoxes de la table II, sera, par l'article X, de cette forme

$$384^{pi.},98.\,(1-q^2.\sin.\varepsilon^2)-L.\,(\zeta-1,48073)^2,$$

O 2

L étant un coëfficient constant, ou indépendant de ζ. On doit ici, comme dans l'article XII, supposer

$$q^2 = \tfrac{1}{2}.(\text{sin. } 14^\circ\ 38')^2;\ \varepsilon = 20^\circ\ 24';$$

ce qui change la formule précédente dans celle-ci,

$$383^{\text{pi.}},56 - \text{L}.(\zeta - 1,48073)^2.$$

On trouve de la même manière, que l'expression des marées totales des solstices de la table II, est de cette forme,

$$584^{\text{pi.}},98.(1 + q^2.\text{ tang. } \varepsilon^2).\text{cos. } \varepsilon^2 - \text{L}'.(\zeta - 1,48073)^2;$$

ce qui se réduit à

$$339^{\text{pi.}},63 - \text{L}'.(\zeta - 1,48073)^2.$$

Pour déterminer par l'observation, le rapport de L à L', nous prendrons dans la table II, la demi-somme des marées totales des équinoxes correspondantes aux jours — 1 et 4; en la retranchant de la demi-somme des marées totales des équinoxes, correspondantes aux jours 1 et 2, nous aurons $47^{\text{pi.}},165$, pour la différence. Nous considérerons semblablement les marées totales des solstices de la table II, et nous aurons $28^{\text{pi.}},245$, pour la différence. Cela posé, on aura,

$$\text{L} : \text{L}' :: 47,165 : 28,245.$$

On voit ainsi que, suivant les observations, les valeurs de L et de L' ne sont pas égales entr'elles, et que la première étant supposée 47,165, la seconde est 28,245.

Ce résultat de l'observation est conforme à la théorie; car il résulte de l'article X, que l'on a

$$\text{L} : \text{L}' :: \frac{\frac{2\text{S}}{r^3}\text{cos. }\varepsilon^2 + \text{sin. }\varepsilon^2}{\frac{\text{S}}{r^3} + \frac{\text{L}}{r'^3}} : \frac{\frac{2\text{S}}{r^3} - \text{sin. }\varepsilon^2}{\frac{2\text{S}}{r^3} + \frac{\text{L}}{r'^3}}.$$

Ces deux dernières quantités sont dans le rapport de 0,56075 à 0,37850; ainsi L étant supposé 47,165, L′ est égal à 32,09, ce qui diffère peu du nombre 28,245, donné par l'observation. La théorie s'accorde donc parfaitement avec les observations, sur la loi de la diminution des marées des équinoxes et des solstices, à mesure qu'elles s'éloignent de l'instant de leur *maximum*.

XV.

Les marées du soir surpassent à Brest, celles du matin, dans les solstices d'été; elles en sont surpassées dans les solstices d'hiver. Pour déterminer la quantité de ce phénomène, j'ai ajouté dans dix-sept sysigies vers les solstices d'été, l'excès des marées du soir sur celles du matin, le premier et le second jour après la sysigie. Le *maximum* de la marée tombant à-peu-près vers le milieu de ces deux jours d'observation, la variation journalière de la hauteur des marées est insensible dans le résultat qui ne doit par conséquent renfermer que l'excès des marées du soir sur celles du matin, dans les sysigies des solstices d'été. La somme de ces excès dans les trente-quatre jours d'observation, a été de $18^{pi.},882$.

J'ai ajouté pareillement l'excès des marées du matin sur celles du soir, dans onze sysigies des solstices d'hiver. La somme de ces excès dans les 22 jours d'observation, a été de $12^{pi.},655$. En prenant un milieu entre ces deux résultats, l'excès d'une marée du soir sur celle du matin, dans les sysigies des solstices d'été, ou d'une marée du matin sur celle du soir, dans les sysigies des solstices d'hiver, est de $0^{pi.},565$.

Par l'article IX, cet excès est égal à

$$-2A. \sin.\varepsilon.\cos.\varepsilon. \left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L'}{r'^3}\right\}.\cos.(\lambda-\gamma);$$

cette fonction, à Brest, est donc égale à $0^{pi.},565$.

XVI.

Si dans la table première, on ajoute séparément les hauteurs absolues des marées des cinq solstices d'été, on aura 667^{pieds},619, pour leur somme. Relativement aux cinq solstices d'hiver, cette somme est 678^{pieds},494, plus forte que la première, de 10^{pieds},875. L'influence de la plus grande proximité du soleil en hiver qu'en été, se manifeste donc dans ces observations.

Suivant l'article IX, on aura la différence des hauteurs absolues de la mer, dans les solstices d'hiver et dans les solstices d'été, de la table première, en multipliant la demi-somme des marés totales de ces solstices, par la variation de la fraction $\frac{1}{r^3}$, du solstice d'hiver au solstice d'été, la distance moyenne du soleil à la terre étant prise pour unité, et en multipliant encore ce produit, par le rapport de l'action du soleil, à la somme des actions réunies du soleil et de la lune, rapport qui est égal à $\frac{1}{4}$. On aura ainsi 8$^{\text{pi.}}$,50 pour cette différence, ce qui ne diffère que de 2$^{\text{pi.}}$,37, du résultat de l'observation.

L'influence de la plus grande proximité du soleil en hiver, se manifeste encore dans les marées totales de la table première; la somme des marées totales des cinq solstices d'été est 659$^{\text{pi.}}$,174, et cette somme pour les cinq solstices d'hiver, est 670$^{\text{pi.}}$,973, plus forte que la première, de 11$^{\text{pi.}}$,799.

Par l'article IX, cet excès est égal à

$$17^{\text{pi.}},0 - 80.\ A.\ \sin.\ \varepsilon.\ \cos.\ \varepsilon.\ \left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}.\ \sin.(\lambda - \gamma).$$

En égalant cette quantité à 11$^{\text{pi.}}$,799, on aura

$$-2\,A.\ \sin.\ \varepsilon.\cos.\ \varepsilon.\ \left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}.\ \sin.(\lambda - \gamma) = 0^{\text{pi.}},13;$$

mais on a par l'article précédent,

$$-2A.\sin.\varepsilon.\cos.\varepsilon.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}.\cos.(\lambda-\gamma)=0^{pi.},563;$$

on aura ainsi

$$\text{tang.}(\lambda-\gamma)=\frac{0,13}{0,563};$$

ce qui donne $\lambda-\gamma=13^\circ\,0'$.

Il semble par-là, que les marées de la seconde espèce, ou qui dépendent de l'angle $nt+\varpi$, se rapprochent du passage des astres au méridien, d'environ une heure, plus que les marées de la première espèce, qui dépendent de l'angle $2nt-2\varpi$; mais il faudroit avoir un plus grand nombre d'observations, pour être assuré de l'existence et de la quantité de ce phénomène. Le moyen le plus précis pour cet objet, est de comparer les deux basses-marées consécutives du même jour, dans les sysigies des solstices; mais le recueil des observations faites à Brest, dont nous avons fait usage, ne marque le plus souvent que les basses-marées intermédiaires entre les pleines-mers de chaque jour.

XVII.

Nous avons observé dans l'article IX, que suivant la théorie, les marées dans lesquelles la lune est périgée doivent surpasser celles dans lesquelles cet astre est apogée. Ce phénomène est indiqué par les observations, d'une manière très-sensible, soit dans les sysigies, soit dans les quadratures.

Pour comparer sur ce point, la théorie avec les observations, j'ai ajouté dans douze sysigies où la lune étoit vers son périgée, et dans les douze sysigies voisines et correspondantes où la lune étoit vers son apogée, les marées totales du second et du troisième jour après la sysigie. Ces marées sont très-peu différentes de leur *maximum* dont elles sont

très-voisines. La table suivante renferme leurs hauteurs, avec les demi-diamètres correspondans de la lune, et ses déclinaisons.

TABLE TROISIÈME.

		Marées totales.	Demi-diamètres de la lune.	Déclinaisons de la lune.
		pieds.		
1714. Janv.	16.	40,979.	16′ 33″.	17° 44′
	30.	32,813.	14 48.	13 40
Avril.	14.	41,667.	16 48.	12 40
	29.	33,195.	14 46.	16 56
Août.	10.	32,194.	14 54.	11 0
	25.	43,507.	16 44.	6 0
Sept.	8.	32,688.	14 46.	2 20
	23.	44,778.	16 48.	4 15
Oct.	8.	32,896.	14 48.	9 10
	23.	41,486.	16 39.	13 0
1715 Mars.	5.	44,042.	16 40.	1 50
	20.	33,833.	14 47.	3 20
Avril.	4.	43,306.	16 48.	8 20
	18.	31,944.	14 46.	12 40
Oct.	12.	44,396.	16 44.	9 20
	27.	32,188.	14 45.	13 20
Nov.	11.	42,229	16 48.	16 30
	26.	30,757.	14 48.	19 0
1716. Mai.	6.	31,549.	14 47.	16 20
	21.	40,611.	16 48.	17 45
Juin.	5.	29,542.	14 46.	19 0
	19.	41,514.	16 43.	19 0
Juillet.	4.	30,028.	14 54.	18 0
	19.	37,375.	16 26.	16 50

Dans cette table, tous les demi-diamètres de la lune sont ou plus grands que 16′ ou plus petits que 15′, et les marées totales

totales qui correspondent aux premiers, sont constamment plus grands que celles qui correspondent aux seconds.

Si l'on ajoute ensemble, les marées totales correspondantes aux demi-diamètres de la lune plus grands que 16′, on aura 505pi.,890: pareillement, la somme des marées totales correspondantes aux demi-diamètres de la lune plus petits que 15′, est de 383pi.,627. La différence de ces deux sommes est de 122pi.,263. Voyons ce qu'elle doit être par la théorie.

On aura ainsi, cette différence par l'article IX, en négligeant les quantités dépendantes de (A′), et qui sont insensibles dans la table précédente, soit par elles-mêmes, soit parce que les déclinaisons de cette table sont alternativement boréales et australes, ensorte que les quantités (A′) se détruisent mutuellement.

On prendra le demi-diamètre moyen de la lune, dans les vingt observations de la table; ce demi-diamètre est de 15′ 45″,1; on multipliera dans chaque observation, le carré du cosinus de la déclinaison de la lune, par le cube du rapport de son demi-diamètre, à 15′ 45″,1. En faisant une somme de ces produits relatifs aux douze observations dans lesquelles le demi-diamètre de la lune surpasse 16′, on aura 13,5846.

En faisant une somme des mêmes produits relatifs aux douze observations dans lesquelles le demi-diamètre de la lune est au-dessous de 15′; on aura 9,3628.

La différence de ces deux sommes est 4,2218; en la multipliant par $4\,B.\,\frac{L}{r'^3}$, r' étant la moyenne distance de la lune à la terre, dans les sysigies; on doit, par l'article IX, retrouver à peu près la différence observée 122pi.,263.

On a par l'article XIII.

$$2B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}=19^{pi.},249.$$

De plus, on verra dans la suite que $\frac{S}{r^3}$ est, à très-peu-près, le tiers de $\frac{L}{r'^3}$, r' étant ici la moyenne distance de la lune à la

terre, distance qui, à raison de l'argument de la variation est d'environ $\frac{1}{120}$ plus grande que la moyenne distance de la lune dans les sysigies; nous ferons donc

$$\frac{S}{r^3} = \frac{40}{123} \cdot \frac{L}{r'^3};$$

r' étant relatif aux distances sysigies. Nous aurons ainsi

$$\frac{163}{123} \cdot 2\,B \cdot \frac{L}{r'^3} = 19^{pi.},249.$$

D'où l'on tire

$$4,2218 \cdot 4\,B \cdot \frac{L}{r'^3} = 122^{pi.},644,$$

ce qui est d'accord avec le résultat $122^{pi.},265$, donné par l'observation.

Les observations de la table précédente peuvent servir à déterminer la valeur de $2\,B \cdot \left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$. En effet, si l'on ajoute les marées totales de cette table, on a pour leur somme, $889^{pi.},517$. En ajoutant ensuite tous les produits des carrés des cosinus des déclinaisons de la lune, par les cubes des rapports des demi-diamètres correspondans de la lune, à $15' \, 45'',1$; on a 22,9474 pour la somme de ces produits. Cette somme auroit été à fort peu-près, égale à 24, si la lune eût été constamment dans le plan de l'équateur; mais elle est plus petite à raison des déclinaisons de la lune, et l'on peut supposer dans la table III, que, relativement au soleil, la somme des produits des carrés des cosinus de ses déclinaisons, par les cubes des rapports de ses demi-diamètres correspondans à son diamètre moyen, est encore 22,9474; il faut donc, pour avoir la somme des marées totales de la table III, multiplier $4\,B \cdot \left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\}$, par 22,9474; ce qui donne

$$4\,B \cdot \left\{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right\} \cdot 22,9474 = 889^{pi.},517,$$

d'où l'on tire

$$2\,B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}=19^{pi.},381.$$

On doit observer que dans cette équation, la valeur de $\frac{L}{r'^3}$ est moyenne entre les deux valeurs de cette quantité; mais cette valeur moyenne est plus grande que celle qui convient à la distance moyenne sysigie de la lune. En effet, si l'on prend le demi-diamètre moyen de la lune, dans les douze sysigies périgées de la table, on aura 1002″,35 pour ce demi-diamètre; le demi-diamètre apogée est 887″,85, et le demi-diamètre moyen est 945″,10. Représentons par q, la valeur de $\frac{L}{r'^3}$, qui convient à ce demi-diamètre moyen; on aura q. 1,01102, pour la moyenne entre les deux valeurs extrêmes de $\frac{L}{r'^3}$. Il faut donc, pour réduire la valeur précédente de $2\,B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}$, à la moyenne distance sysigie de la lune, en retrancher $2\,B\,q$. 0,01102; or on a $2\,B\,q=\frac{123}{163}.\ 19^{pi.},249$; la quantité à soustraire est donc $0^{pi.},16007$; mais il faut d'un autre côté, ajouter $0^{pi.},090$, parce que les marées de la table ne se rapportent point à l'instant du *maximum*, et l'on trouve par l'article XIII, qu'elles sont par-là diminuées de $0^{pi.},090$; on aura donc ainsi

$$2\,B.\left\{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right\}=19^{pi.},311,$$

ce qui diffère très-peu de la valeur $19^{pi.},249$, que nous avons trouvée dans l'article XIII.

XVIII.

Les hauteurs absolues des marées de la table première, ne sont pas comptées du niveau d'équilibre que prendroit la mer sans l'action du soleil et de la lune; elle sont comptées du

zéro de l'échelle d'observation, qui est abaissé de plusieurs pieds au-dessous du niveau d'équilibre. Soit e, la hauteur de ce niveau au-dessus de zéro de l'échelle d'observation, et nommons f la quantité

$$\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\left\{\frac{L}{r^3}+\frac{S}{r^3}\right\};$$

on aura par l'article X, et par les observations des équinoxes de la table première,

$$1421^{pi.},411-80.e+80.f=\tfrac{1}{1}.(1493^{pi.},201).$$

Si l'on néglige, comme dans l'article XII, la fraction $\frac{3\rho}{5}$, on trouvera par cet article

$$80.f=27^{pi.},524,$$

l'équation précédente donnera ainsi,

$$e=8^{pi.},7792.$$

On aura pareillement, par l'article X, et par les observations des solstices de la table première,

$$1346^{pi.},113-80.e+80f.(1-3.\sin.\varepsilon^2)=\tfrac{1}{1}.\{1330^{pi.},147\};$$

en faisant $\varepsilon=20°\ 24'$, cette équation donnera

$$e=8^{pi.},7316.$$

Ces deux valeurs de e sont fort peu différentes; en prenant entre elles un milieu, on aura

$$e=8^{pi.},7554.$$

On peut ainsi, dans chaque port, déterminer le véritable niveau d'équilibre de la mer.

XIX.

Des hauteurs des marées vers les quadratures.

POUR déterminer ces hauteurs, nous reprendrons les expressions complètes de y, y', et y'' de l'article IX, et nous observerons que si l'on augmente ou si l'on diminue l'angle φ' de 90°, on aura, en réduisant y' et y'' en série, et en supposant $\varphi' - \varphi$ peu considérable, comme cela a lieu vers les quadratures,

$$y' = -\frac{(1+3.\cos.2\theta)}{8g.\left(1-\frac{3\varrho}{5}\right)}.\left\{\frac{S}{r^3}.(1-3.\sin.v^2)+\frac{L}{r'^3}(1-3.\sin.v'^2)\right\}$$

$$+ B.\left\{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2 - \frac{S}{r^3}.\cos.v^2\right\}$$

$$+ 2B.\frac{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2}{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2-\frac{S}{r^3}.\cos.v^2}.(\varphi'-\varphi);$$

$$y''=A.\frac{L}{r'^3}.\sin.v'.\cos.v'.\sin.(\lambda-\gamma)\pm A.\frac{S}{r^3}.\sin.v.\cos.v.\cos.(\lambda-\gamma)$$

$$+2B.\left\{\frac{L}{r'^3}\cos.v'^2-\frac{S}{r^3}.\cos.v^2\right\},$$

$$+4B.\frac{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2}{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2-\frac{S}{r^3}.\cos.v^2}.(\varphi'-\varphi)^2.$$

le signe + ayant lieu vers le premier quartier, et le signe — ayant lieu vers le second quartier de la lune.

L'excès de la marée du matin sur celle du soir, dans les quadratures de l'équinoxe du printemps, sera

$$2A.\frac{L}{r'^3}.\sin.\varepsilon.\cos.\varepsilon.\cos.(\lambda-\gamma).$$

Dans les quadratures de l'équinoxe d'automne, cette quantité sera l'excès des marées du soir sur celles du matin; et

comme elle est négative par l'article XV, il en résulte que dans les quadratures des équinoxes du printemps, la marée du soir surpasse celle du matin, et qu'elle en est surpassée dans les quadratures des équinoxes d'automne.

En considérant les expressions précédentes de y' et de y'', on voit d'abord que les déclinaisons du soleil et de la lune influent sur les hauteurs absolues de la mer, et sur les marées totales des quadratures; ensorte que, toutes choses égales d'ailleurs, les plus grandes de ces marées totales ont lieu vers les solstices où la déclinaison de la lune est nulle dans les quadratures, et les plus petites ont lieu vers les équinoxes où, dans les quadratures, la lune est à son *maximum* de déclinaison. On voit ensuite l'influence des distances du soleil et de la lune sur ces marées.

Si dans un nombre i d'équinoxes du printemps, on considère les deux quadratures voisines entre lesquelles chaque équinoxe est compris; si l'on considère pareillement dans le même nombre d'équinoxes d'automne, les deux quadratures voisines qui comprennent chaque équinoxe; si l'on ajoute ensemble les hauteurs moyennes absolues du jour même de la quadrature et des trois jours suivans; enfin, si l'on nomme (H) la somme de toutes ces hauteurs; on aura, en négligeant les quantités insensibles, et en suivant l'analyse par laquelle nous avons déterminé la valeur de (h) dans l'article X,

$$(H) = -\frac{2i.(1+3\cos.2\theta)}{g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\left\{\frac{L}{r'^3}.(1-3.\sin.\varepsilon^2)+\frac{S}{r^3}\right\},$$

$$+16\,i\,B.\left\{\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2-\frac{S}{r^3}\right\},$$

$$+16\,i\,B.\,q^2.\sin.\varepsilon^2.\left\{\frac{L}{r'^3}+\frac{S}{r^3}\right\}$$

$$+4\,i.\,\alpha'.\,B.\,\frac{L}{r'^3}.\,v^2.\left\{\sin.\varepsilon^2+\frac{\frac{2.S}{r^3}}{\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2-\frac{S}{r^3}}\right\}.$$

Si l'on nomme (L) la somme des marées totales correspondantes, on aura

$$(L) = 32i.B.\left\{\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2 - \frac{S}{r^3}\right\}$$

$$+ 32iB.q^2.\sin.\varepsilon^2\left\{\frac{L}{r'^3} + \frac{S}{r^3}\right\},$$

$$+ 8i\alpha'.B.\frac{L}{r'^3}.v^2.\left\{\sin.\varepsilon^2 + \frac{\frac{2S}{r^3}}{\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2 - \frac{S}{r^3}}\right\}.$$

En considérant de la même manière, les quadratures d'un nombre i de solstices d'été, et celles du même nombre de solstices d'hiver, et en désignant par (H') la somme des hauteurs absolues des marées du jour même de la quadrature et des trois jours suivans, et par (L') la somme des marées totales correspondantes; on aura à très-peu-près,

$$(H') = -\frac{2i.(1+3.\cos.2\theta)}{g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\left\{\frac{L}{r'^3} + \frac{S}{r^3}.(1 - 3.\sin.\varepsilon^2)\right\}$$

$$+ 16.iB.\left\{\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2\right\}.$$

$$- 16iB.q^2.\sin.\varepsilon.\left\{\frac{L}{r'^3} + \frac{S}{r^3}\right\},$$

$$- 4i\alpha'B.\frac{L}{r'^3}.v^2.\left\{\sin.\varepsilon^2 - \frac{\frac{2.S}{r^3}.\cos.\varepsilon^4}{\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2}\right\};$$

$$(L') = 32iB.\left\{\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2\right\}$$

$$- 32iB.q^2.\sin.\varepsilon^2.\left\{\frac{L}{r'^3} + \frac{S}{r^3}\right\}$$

$$- 8i.\alpha'B.\frac{L}{r'^3}.v^2.\left\{\sin.\varepsilon^2 - \frac{\frac{2.S}{r^3}.\cos.\varepsilon^4}{\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2}\right\}.$$

Dans ces expressions de (H), (L), (H′), et (L′), r est la moyenne distance du soleil à la terre ; r' est la moyenne distance de la lune dans les quadratures, distance qui, à raison de l'argument de la variation, diffère un peu de la moyenne distance de cet astre, dans les sysigies ; q est la moyenne distance angulaire du soleil et de la lune au solstice ou à l'équinoxe, à l'instant de la quadrature ; ensorte que q^2 est une moyenne entre toutes ses valeurs relatives aux diverses quadratures que l'on considère ; ε est la plus grande déclinaison de la lune ; v est le moyen mouvement synodique de la lune dans l'intervalle de deux marées consécutives du matin ou du soir vers les quadratures ; enfin, cet intervalle étant pris pour unité, α' est la somme des carrés des quatre intervalles de l'instant du *minimum* des marées dans les quadratures, à l'instant de la basse-marée intermédiaire entre les deux marées d'un même jour, dans chacun des quatre jours que l'on considère dans chaque quadrature.

Les expressions précédentes donnent

$$(H') - (H) = -\frac{6i.(1+3.\cos.\theta)}{g.\left(1-\frac{3\rho}{5}\right)}.\left\{\frac{L}{r'^3}-\frac{S}{r^3}\right\}.\sin.\varepsilon^2$$

$$\frac{+16\,i\,B.\left\{\frac{L}{r'^3}+\frac{S}{r^3}\right\}.\sin.\varepsilon^2.(1-2q^2) - 8\,i.\alpha'.B.\left(\frac{L}{r'^3}\right)^2.\left\{\frac{L}{r'^3}+\frac{S}{r^3}\right\}.v^2.\sin.\varepsilon^2.\cos.\varepsilon.}{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2-\frac{S}{r^3}\right).\left(\frac{L}{r'^3}-\frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2\right)};$$

$$(L') - (L) = 32\,i.B.\left\{\frac{L}{r'^3}+\frac{S}{r^3}\right\}.\sin.\varepsilon^2.(1-2q^2),$$

$$\frac{-16\,i.\alpha'B.\left(\frac{L}{r'^3}\right)^2.\left(\frac{L}{r'^3}+\frac{S}{r^3}\right).v^2.\sin.\varepsilon^2.\cos.\varepsilon^2.}{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2-\frac{S}{r^3}\right).\left(\frac{L}{r'^3}-\frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2\right).}$$

On voit ainsi, que les marées des quadratures des solstices l'emportent sur les marées des quadratures des équinoxes.

XX.

XX.

Pour comparer sur ce point, la théorie aux observations, j'ai considéré les observations des marées dans les quadratures, de la même manière que les observations des marées des sysigies de la table première; c'est-à-dire que dans chaque équinoxe et dans chaque solstice, j'ai considéré les deux quadratures consécutives entre lesquelles il est compris. Dans chaque quadrature, j'ai pris la somme des hauteurs moyennes absolues de la mer, et celle des marées totales du jour même de la quadrature, et des trois premiers jours qui la suivent. La table suivante offre les résultats que j'ai obtenus; chacune des hauteurs absolues et des marées totales de cette table est le résultat des huit hauteurs absolues et des huit marées totales des huit jours d'observation, considérés dans chaque équinoxe et dans chaque solstice.

TABLE QUATRIÈME.

MARÉES DES QUADRATURES DES ÉQUINOXES.

		Hauteurs absolues.	Marées totales.
		Pieds.	Pieds.
1711.	Sept.	99,993.	66,611
1712.	Mars.	103,444.	67,007
	Sept.	103,632.	67,618
	Sept.	102,472.	65,431
1714.	Sept.	106,764.	72,514
	Sept.	101,354.	71,042
1715.	Mars.	103,785.	71,493
1716.	Mars.	98,764.	72,715
	Mars.	96,444.	71,945
	Sept.	103,944.	72,653
Total.		1020pieds,596	699pieds,029

MARÉES DES QUADRATURES DES SOLSTICES.

		Hauteurs absolues.	Marées totales.
		Pieds.	Pieds.
1711.	Juin.	106,561.	78,547
1712.	Juin.	111,319.	84,111
	Juin.	106,819.	80,611
1714.	Juin.	106,722.	80,035
	Juin.	107,896.	82,604
	Déc.	103,181.	81,535
1715.	Juin.	106,792.	84,146
	Déc.	106,660.	83,160
1716.	Juin.	108,458.	86,028
	Juin.	103,403.	78,160
TOTAL.		1067^{pieds},611.	818^{pieds},737.

J'observerai sur ces résultats, que le défaut des observations des basses-marées, m'a forcé, dans les quadratures du solstice d'hiver de 1714, de considérer les quadratures du 31 décembre de cette année, et du 15 janvier 1715. Pour multiplier les observations, j'ai considéré en 1712 et 1714, les deux quadratures consécutives qui ont précédé, et celles qui ont suivi l'équinoxe d'automne; ensorte que les premiers nombres de ces équinoxes, dans la table précédente, sont relatifs aux deux quadratures dont l'une précède et l'autre suit médiatement cet équinoxe, et les seconds nombres sont relatifs aux deux quadratures dont l'une précède et l'autre suit immédiatement l'équinoxe. On doit faire une remarque semblable sur les nombres relatifs aux équinoxes de mars 1716, et aux solstices de juin 1712, 1714 et 1716. J'aurois bien desiré de pouvoir considérer autant de solstices d'hiver

que de solstices d'été ; mais le défaut d'observations ne me l'a pas permis.

On voit par la table IV, que, conformément à la théorie, les marées totales des quadratures des solstices, l'emportent sur les marées totales des quadratures des équinoxes. Ce phénomène est si sensible, que le plus petit des nombres relatifs aux quadratures des solstices, surpasse le plus grand des nombres relatifs aux quadratures des équinoxes.

Nous retrouvons ici l'influence de la position des nœuds de l'orbite lunaire en 1711 et 1712 ; influence que nous avons observée dans l'article XI. Les marées totales des quadratures des équinoxes de ces deux années sont plus foibles que celles des années suivantes.

Les déclinaisons du soleil et de la lune influent pareillement sur les hauteurs absolues des marées, mais d'une manière moins sensible que sur les marées totales ; car la différence du total des hauteurs absolues des marées dans les solstices précédens, au total de ces mêmes hauteurs dans les équinoxes, n'est que de 47pi.,015, tandis que cette même différence pour les marées totales est de 119pi.,708, et par conséquent plus que double de la première, comme cela doit être par l'article XIX.

XXI.

Comparons maintenant la théorie aux observations ; pour cela, nous allons reprendre l'expression de (L') — (L), de l'article XIX, et évaluer ses différens termes. Considérons d'abord le terme

$$32.\, i\,B.\left(\frac{L}{r'^3}+\frac{S}{r^3}\right).\ \sin.\,\varepsilon^2.$$

Nous verrons dans la suite, que l'on a dans les moyennes distances

$$\frac{L}{r'^3}=\frac{3.\,S}{r^3};$$

mais à raison de l'argument de la variation, la valeur de r' est plus grande d'un $\frac{1}{120}$, dans les quadratures que dans les moyennes distances; ce qui diminue la valeur de $\frac{L}{r'^3}$, et la réduit à $\frac{39}{40}$ de sa valeur moyenne; nous ferons donc dans les quadratures,

$$\frac{L}{r'^3} = \frac{117}{40} \cdot \frac{S}{r^3}.$$

Quant à la valeur de $B. \frac{S}{r^3}$; nous observerons que l'on a par l'article XIII,

$$2B. \left(\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right) = 19^{\text{pi.}},249\,;$$

mais dans cette équation, r' est la moyenne distance de la lune dans les sysigies, et cette distance est, à raison de l'argument de la variation, plus petite d'un $\frac{1}{120}$, que la moyenne distance de la lune, ce qui rend $\frac{L}{r'^3}$ égal à $\frac{41}{40}$ de sa valeur moyenne, et par conséquent, égal à $\frac{123}{40} \cdot \frac{S}{r^3}$. L'équation précédente donne ainsi

$$B. \frac{S}{r^3}. = 2^{\text{pi.}},3618,$$

on aura par conséquent, en observant que $i = 5$,

$$32\, i.\, B. \left(\frac{L}{r'^3} + \frac{S}{r^3}\right).\ \sin.\ \varepsilon^2 = 1483^{\text{pi.}},21.\ \sin.\ \varepsilon^2.$$

Le terme $-64\, i B. \left(\frac{L}{r'^3} + \frac{S}{r^3}\right).\ q^2.\ \sin.\ \varepsilon^2$, de l'expression de $(L') - (L)$, devient $-92^{\text{pi.}},984.\ \sin.\ \varepsilon^2$, en y supposant, conformément à l'article XII, $q^2 = \frac{1}{2}.\ \sin.\ (14^\circ\ 30')^2$. Le terme

$$\frac{-16\, i.\, \alpha'. B. \left(\frac{L}{r'^3}\right)^2. \left(\frac{L}{r'^3} + \frac{S}{r^3}\right).\ v^2.\ \sin.\ \varepsilon^2.\ \cos.\ \varepsilon^2}{\left(\frac{L}{r'^3}.\ \cos.\ \varepsilon^2 - \frac{S}{r^3}\right).\ \left(\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}.\ \cos.\ \varepsilon^2\right)}$$

de la même expression, ne peut être évalué, à moins que l'on ne connoisse la valeur de l'angle ε. Nous allons voir bientôt que cet angle doit être supposé, à fort-peu-près de 19° ½. Nous observerons ensuite que l'on a par l'article suivant, $\alpha' = 5{,}0403$. D'ailleurs v est le moyen mouvement synodique de la lune dans les quadratures, dans l'intervalle de deux marées consécutives du matin ou du soir vers le *minimum* des marées, intervalle que nous verrons ci-après être égal à $25^{h}\ 14'\ 10''$. On aura ainsi, en ayant égard à l'argument de la variation,

$$v = 12^{\circ}\ 34'\ 35'';$$

cela posé, le terme précédent devient — $403^{pi.},65.\ \sin.\ \varepsilon^2$. L'expression de (L') — (L) donne par conséquent, lorsque $i = 5$

$$(L') - (L) = 966^{pi.},60.\ \sin.\ \varepsilon^2.$$

La table IV donne

$$(L') - (L) = 119^{pi.},708;$$

mais dans cette table, il y a huit solstices d'été, et deux soltices d'hiver. Dans les solstices d'été, le soleil plus éloigné de la terre, a moins d'action pour diminuer les marées des quadratures; ces marées en sont donc augmentées de la différence de $2\,B.\ \frac{S}{r^3}$ à sa valeur moyenne. Dans les solstices d'été, la valeur de r est augmentée d'environ $\frac{1}{30}$, ce qui diminue $2\,B.\ \frac{S}{r^3}$, d'environ $\frac{1}{10}\ B.\ \frac{S}{r^3}$. Il faut donc multiplier cette dernière quantité par 48, qui est l'excès du nombre des jours considérés dans les solstices d'été, sur celui des jours considérés dans les solstices d'hiver, ce qui donne $11^{pi.},366$, qu'il faut retrancher de la somme $818^{pi.},737$ des marées solsticiales de la table IV, pour avoir la somme que l'on auroit

eue, si l'on avoit considéré autant de solstices d'hiver que de solstices d'été. On aura ainsi 807$^{pi.}$,371, pour cette somme, ce qui donne pour le résultat de l'observation,

$$(L') - (L) = 108^{pi.},342.$$

Maintenant, si dans le résultat 966$^{pi.}$,60. sin. ε^2 de la théorie, on suppose $\varepsilon = 19° \frac{1}{2}$, il deviendra 107$^{pi.}$,70, ce qui ne diffère que d'environ un demi-pied du résultat de l'observation, et ce qui prouve la justesse de la valeur supposée pour ε.

XXII.

Le *minimum* des marées totales n'a point lieu le jour même de la quadrature; il suit cette phase, du même intervalle dont le *maximum* de la marée totale suit la sysigie. Nous avons déterminé dans l'art. XIII, cet intervalle par la loi des marées totales vers les sysigies; voyons si la loi de ces marées vers les quadratures, conduit au même résultat.

Pour cela, j'ai ajouté séparément dans les quadratures de la table IV, les marées totales relatives à chacun des quatre jours que j'ai considérés dans chaque quadrature, et j'ai obtenu les nombres suivans

$$397^{pieds},55\,;\ 349^{pieds},53\,;\ 357^{pieds},46\,;\ 413^{pieds},23\,;\ (a')$$

Le premier de ces nombres est la somme des marées totales relatives au jour même de la quadrature; le second est la somme des marées totales relatives au premier jour qui la suit; le troisième est la somme relative au second jour, et le quatrième est la somme relative au troisième jour. Chacune de ces sommes est le résultat de 40 jours d'observation, dans lesquels la quadrature étant arrivée alternativement le matin et le soir, on peut supposer par un milieu, que dans toutes ces observations, la quadrature est arrivée à midi.

Prenons pour unité, l'intervalle de deux marées consécutives du matin ou du soir, vers les quadratures, et nommons ζ, la distance de la basse-marée intermédiaire entre deux marées d'un jour quelconque fort voisin de la quadrature, à la quadrature supposée arriver à midi. On s'assurera, comme dans l'art. XIII, que les sommes (a') peuvent être représentées par la formule $m' - n'\zeta + p'\zeta^2$.

On verra ci-après, que la quadrature étant supposée arriver à midi, la marée du matin du jour même de la quadrature, précède le midi, de $5^h\ 33'\ 36''$. On verra d'ailleurs que l'intervalle de deux marées consécutives du matin ou du soir vers les quadratures, est de $25^h\ 14'\ 10''$; on aura donc relativement au jour de la quadrature,

$$\zeta = \frac{1}{4} - \frac{5^h\ 33'\ 36''}{25^h\ 14'\ 10''} = 0{,}10893.$$

En augmentant ζ successivement d'une, deux et trois unités, on aura les valeurs de ζ, relatives au premier, au second et au troisième jour qui suivent la quadrature.

Maintenant, si l'on suit exactement le procédé de l'art. XIII, on trouvera que la formule $m' - n' + p'\zeta^2$ devient

$$405^{\text{pieds}},77 - 78^{\text{pieds}},2667.\ \zeta + 25^{\text{pieds}},9475.\ \zeta^2;$$

expression que l'on peut mettre sous cette forme

$$346^{\text{pieds}},75 + 25^{\text{pieds}},9475.\ (\zeta - 1{,}50817)^2; \quad (e')$$

En donnant successivement à ζ, les quatre valeurs précédentes, on aura quatre nombres qui doivent représenter les nombres (a'), et qui comparés à ces nombres, donnent pour les erreurs de la formule,

$$0^{\text{pieds}},00;\ -1^{\text{pieds}},35;\ +1^{\text{pieds}},35;\ 0^{\text{pieds}},00.$$

Ces erreurs étant fort petites; on voit que la formule (e') a toute l'exactitude qu'on peut desirer.

Cette formule est à son *minimum*, lorsque $\zeta = 1{,}50817$; en multipliant cette valeur de ζ, par l'intervalle de $25^{h}\,14'\,10''$, que nous avons pris pour unité, on aura $38^{h}\,4'$ pour l'intervalle dont le *minimum* de la marée totale suit la quadrature. Par l'art. XIII, le *maximum* de la marée totale suit de $35^{h}\,30'$ la sysigie, d'où il résulte que le *minimum* doit suivre du même intervalle la quadrature. La différence entre les résultats donnés par les observations des sysigies et par celles des quadratures est $2^{h}\,34'$; cette différence est dans les limites des erreurs des observations.

Pour comparer la théorie à la formule (e'), nous observerons que la somme des valeurs de (L) et de (L′) de l'art. XIX, est à très-peu-près égale à

$$4k.\left\{1 + \frac{\frac{2.S}{r^3}.\frac{L}{r'^3}.\left\{\frac{L}{r'^3}.(1 - \cos.\varepsilon^2 + \cos.\varepsilon^4) - \frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2\right\}.(\alpha'.v^2)}{\left(\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2 - \frac{S}{r^3}\right).\left(\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}\cos.\varepsilon^2\right).\left(\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}\right)}\right\};$$

k étant égal à $8\,i\,\mathrm{B}.\left\{\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}\right\}.(1 + \cos.\varepsilon^2)$.

Si l'on suppose $i = 5$, dans cette formule, elle sera la somme des quatre nombre (a'): il est facile d'en conclure que ces nombres seront représentés par la formule.

$$k.\left\{1 + 2v^2.\frac{\frac{S}{r^3}.\frac{L}{r'^3}\left\{\frac{L}{r'^3}.(1 - \cos.\varepsilon^2 + \cos.\varepsilon^4) - \frac{S}{r^3}\cos.\varepsilon^2\right\}(\zeta - 1{,}50817)^2}{\left(\frac{L}{r'^3}\cos.\varepsilon^2 - \frac{S}{r^3}\right).\left(\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}\cos.\varepsilon^2\right).\left(\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}\right)}\right\}.$$

En comparant cette formule à la formule (e'), on aura

$$k = 346^{\text{pi.}},75$$

d'où l'on tire

$$2\,\mathrm{B}.\left\{\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}\right\} = \frac{346^{\text{pi.}},75}{20.(1 + \cos.\varepsilon^2)}.$$

On

on aura ensuite,

$$\frac{2k.\frac{S}{r^3}.\frac{L}{r^3}.\left\{\frac{L}{r^3}.(1-\cos.\varepsilon^2+\cos.\varepsilon^4)-\frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2\right\}.v^2}{\left(\frac{L}{r^3}.\cos.\varepsilon^2-\frac{S}{r^3}\right).\left(\frac{L}{r^3}-\frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2\right).\left(\frac{L}{r^3}-\frac{S}{r^3}\right)}=25^{pi.},9475.$$

Si l'on suppose dans le premier membre de cette équation, conformément à ce que nous avons trouvé dans l'article XXI,

$$\frac{L}{r^3}=\frac{117}{40}.\frac{S}{r^3};\ \varepsilon=19^\circ\,30';\ v=12^\circ\,34'\,35'';$$

il devient $27^{pi.},459$, ce qui ne diffère que d'un pied et demi, du résultat $25^{pi.},9475$, donné par l'observation.

Reprenons l'équation

$$2\,B.\left(\frac{L}{r^3}-\frac{S}{r^3}\right)=\frac{346^{pi.},75}{20.(1+\cos.\varepsilon^2)}.$$

Dans cette équation, la valeur de $\frac{S}{r^3}$ est une moyenne entre toutes les valeurs de cette quantité, correspondantes aux observations de la table IV; or, dans cette table, il y a dix équinoxes dans lesquels $\frac{S}{r^3}$ est égal à sa valeur moyenne; il y a huit soltices d'été, dans chacun desquels cette quantité est $\frac{19}{20}$ de sa valeur moyenne; enfin, il y a deux solstices d'hiver, dans lesquels $\frac{S}{r^3}$ est $\frac{21}{20}$ de sa valeur moyenne. On doit donc supposer dans l'équation précédente, cette quantité égale à 0,985 de sa valeur moyenne. De plus, la valeur de $\frac{L}{r^3}$ dans cette même équation, n'est que $\frac{39}{40}$ de sa valeur moyenne; en faisant donc dans les moyennes distances

$$\frac{L}{r^3}=\mu.\frac{S}{r^3};$$

l'équation précédente donnera

$$2\,B.\frac{S}{r^3}.\left(\frac{39}{40}.\mu-0,985\right)=9^{pi.},18023.$$

Reprenons maintenant l'équation

$$2\,B.\left(\frac{L}{r^3}+\frac{S}{r^3}\right)=19^{pi.},249,$$

trouvée dans l'article XIII. Dans cette équation, $\frac{L}{r^3}$ est $\frac{41}{40}$ de sa valeur moyenne; elle devient ainsi,

$$2\,B.\frac{S}{r^3}.\left(\frac{41}{40}.\,\mu+1\right)=19^{pi.},249;$$

on aura donc

$$\frac{\frac{39}{40}.\,\mu-0,985}{\frac{41}{40}.\,\mu+1}=\frac{9^{pi.},18023}{19^{pi.},249},$$

et par conséquent

$$\mu=3,0071.$$

Cette valeur de μ diffère très-peu de 3; ainsi l'on peut supposer, à fort-peu-près $\frac{L}{r^3}$ triple de $\frac{S}{r^3}$.

Nous avons trouvé dans l'article XVII, une seconde valeur de $2\,B.\left(\frac{L}{r^3}+\frac{S}{r^3}\right)$, cette valeur est $19^{pi.},311$; elle a sur celle de l'article XIII, l'avantage d'être indépendante de l'évaluation de l'angle ε; en en faisant usage, on trouve

$$\mu=2,9944,$$

valeur encore très-approchante de trois. La moyenne entre ces deux valeurs de μ, est

$$\mu=3,0007,$$

ce qui diffère si peu de trois, que l'on peut négliger la différence.

XXIII.

Les observations m'ont fait connoître que la loi de la variation des marées totales près de leur *minimum*, n'est pas la

même dans les équinoxes que dans les solstices. Pour cela, j'ai ajouté séparément dans les observations de la table IV, les marées totales correspondantes au jour même de la quadrature, que je désigne par zéro, et aux trois jours suivans, que je désigne par 1, 2, et 3. La table suivante offre les résultats que j'ai obtenus.

TABLE CINQUIÈME.

jours.	marées totales des équinoxes.	marées totales des solstices.
	pieds.	pieds.
0	183,31	214,24.
1	154,12	195,41.
2	161,69	195,77.
3	199,91	213,32.

Si de la somme des marées totales des équinoxes, correspondantes aux jours 0 et 3, on retranche la somme des marées totales des équinoxes, correspondantes aux jours 1 et 2; on aura 67pi.,41 pour la différence. Cette même différence, relativement aux marées totales des solstices, n'est que de 36pi.,38.

Maintenant, si l'on représente par $a + l.\zeta^2$, la loi de la variation des marées totales vers les quadratures des équinoxes, et par $a' + l'.\zeta^2$, cette même loi vers les quadratures des solstices, ζ étant l'intervalle d'une marée quelconque, au *minimum* des marées; on aura par les observations précédentes,

$$l : l' :: 67^{pi.},41 : 36^{pi.},38.$$

Voyons quel doit être le rapport de l à l', suivant la théo-

rie. Il est facile de conclure de l'article XIX, que ce rapport est celui de

$$\sin.\varepsilon^2 + \frac{2.\frac{S}{r^3}}{\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2 - \frac{S}{r^3}} \text{ à } \frac{2.\frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^4}{\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2} - \sin.\varepsilon^2.$$

En substituant pour ε, sa valeur $19^\circ\ 30'$, on trouvera par l'article XXI

$$l : l' :: 1{,}3721 : 0{,}6640,$$

ensorte que l étant supposé égal à $67^{pi.},41$, l' est égal à $32^{pi.},62$; ce qui diffère peu du résultat $36^{pi.},38$, donné par l'observation. On voit ainsi que la théorie s'accorde aussi bien avec les observations, relativement à la variation des marées vers les quadratures, que relativement à leur variation vers les sysigies. J'ai reconnu encore que les observations s'accordoient avec la théorie, d'une manière très-précise, relativement aux variations de la grandeur des marées vers les quadratures, dues aux variations de la parallaxe lunaire.

XXIV.

On a vu dans l'article XIX, que dans les quadratures de l'équinoxe du printemps, les marées du soir doivent l'emporter à Brest sur celles du matin, et qu'au contraire, les marées du matin doivent l'emporter sur celles du soir, dans les quadratures de l'équinoxe d'automne. Pour vérifier ce phénomène, j'ai ajouté dans onze quadratures vers l'équinoxe du printemps, l'excès des marées du soir sur celles du matin, le premier et le second jour après la quadrature. La somme de ces excès a été de $9^{pi.},681$. J'ai ajouté pareillement dans treize quadratures vers l'équinoxe d'automne, l'excès des marées du matin sur celles du soir, la somme de ces excès a été de $10^{pi.},424$. Par un milieu entre ces observations, on a $0^{pi.},419$ pour l'excès d'une marée du soir sur celle du matin, dans les quadratures de l'équinoxe du printemps, ou d'une

marée du matin sur celle du soir, dans les quadratures de l'équinoxe d'automne.

Nous avons trouvé dans l'article XV, $0^{pi.},563$, pour l'excès des marées du soir sur celles du matin, dans les sysigies des solstices d'été. Cet excès doit être au précédent, par les articles IX, et XIX, dans le rapport de $\frac{L}{r^3}+\frac{S}{r^3}$ à $\frac{L}{r^3}$, ou dans le rapport de 4 à 3, ce qui est à fort-peu-près le rapport des nombres $0^{pi.},563$ et $0^{pi.},419$.

X X V.

On peut déterminer le niveau d'équilibre de la mer, par les marées des quadratures, comme nous l'avons déterminé dans l'article XVIII, par les marées des sysigies. Pour cela, on retranchera de la somme des vingt hauteurs absolues de la table IV, la demi-somme des vingt marées totales de la même table, et l'on aura par l'article XIX, en conservant les dénominations de l'article XVIII,

$$160.\,e - 80 f.\,(2 - 3\,\text{sin.}\,\varepsilon^2) = 1329^{pi.},324.$$

On a par l'article XVIII,

$$160.\,e - 80.\,f.\,(2 - 3.\,\text{sin.}\,\varepsilon^2) = 1355^{pi.},850.$$

le terme $-80 f.\,(2 - 3.\,\text{sin.}\,\varepsilon^2)$ est à fort-peu-près le même dans ces deux équations ; ainsi la valeur de e conclue de la première, est moindre que sa valeur conclue de la seconde, de la quantité

$$\frac{1355^{pi.},850 - 1329^{pi.},324}{160}$$

Mais cette seconde valeur est égale à $8^{pi.},7554$, par l'article XVIII ; la première est par conséquent égale à $8^{pi.},5896$.

La différence $0^{pi.},1658$ des deux valeurs de e, déterminées, l'une par les marées des sysigies, et l'autre, par les marées des quadratures, doit elle être attribuée aux erreurs des observations, ou aux circonstances locales qui, dans nos

ports, altèrent les résultats de la théorie? c'est ce que des observations plus nombreuses pourront apprendre un jour. Je suis cependant très porté à croire que cette différence tient au moins en partie, aux circonstances locales. 1° La différence $26^{pi.},526$ des deux seconds membres des équations précédentes, me paroît trop considérable pour dépendre uniquement des erreurs des observations. 2° Nous avons observé dans l'article premier, que dans nos ports, la mer en descendant, n'atteint jamais exactement sa plus petite hauteur donnée par la théorie; mais dans les quadratures où elle s'élève moins que dans les sysigies, la mer doit en approcher davantage : ainsi le niveau de la mer doit paroître plus bas dans les marées des quadratures que dans celles des sysigies. Ce qui vient encore à l'appui de ce résultat, c'est que nous avons trouvé dans l'article XVIII, la valeur de e plus petite dans les sysigies des solstices que dans celles des équinoxes. Cette considération doit influer sur le rapport des forces lunaires et solaires, conclu par les hauteurs des marées, puisque ces hauteurs ne sont point exactement celles qui résultent de la théorie; la différence des diverses valeurs de e étant peu sensible à Brest, le rapport de ces forces est bien déterminé par les hauteurs des marées que l'on y observe; mais dans d'autres ports, les diverses valeurs de e peuvent très-sensiblement différer par les circonstances locales, et dans ce cas, le rapport des forces lunaires et solaires ne sera plus exactement donné par les hauteurs des marées.

XXVI.

Des heures et des intervalles des marées vers les sysigies.

Reprenons l'équation

$$\text{tang.}\,2(nt+\varpi-\phi'-\lambda)=\frac{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\sin.2(\phi-\phi')}{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2+\frac{S}{r^3}.\cos.v^2.\cos.2(\phi-\phi')}$$

trouvée dans l'article IX, et mettons la sous cette forme,

$$\text{tang.}\,2(nt+\varpi-\phi-\lambda)=\frac{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\sin.2(\phi'-\phi)}{\frac{S}{r^3}\cos.v^2+\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2(\phi'-\phi)}.$$

L'angle $\phi'-\phi$, étant peu considérable vers les sysigies, nous pourrons négliger sa troisième puissance, et nous aurons,

$$nt+\varpi-\phi-\lambda=\frac{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.(\phi'-\phi)}{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2+\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2}.$$

$nt+\varpi-\phi$ est l'angle horaire du soleil. Pour le réduire en temps, il faut le multiplier par $\frac{1^h}{15^\circ}$; cet angle est, par l'article VIII, relatif à un instant qui précède de trente-six heures et demie celui que l'on considère; mais on peut sans erreur sensible, le rapporter à ce dernier instant, en diminuant convenablement l'angle λ. Soit alors T l'angle λ, réduit en temps; l'heure de la marée sera donc

$$T+\frac{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.(\phi'-\phi).\,1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3}.\cos.v^2+\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2\right).15^\circ}.$$

Considérons l'heure de la pleine mer du jour même de la sysigie. L'angle $\phi'-\phi$ est nul à l'instant du *maximum* des marées, et cet instant suit toujours la sysigie d'un intervalle constant, et qui est d'environ trente-six heures et demie; $\phi'-\phi$ est donc négatif relativement aux marées du jour même de la sysigie. Lorsque cette phase de la lune arrive le matin, cet angle est plus petit que lorsque la sysigie arrive à midi La marée sysigie doit donc alors retarder sur *l'heure moyenne* de la marée sysigie, en prenant pour cette heure, celle qui a lieu lorsque la sysigie arrive à midi.

L'heure de la marée sysigie doit, au contraire, avancer sur l'heure moyenne, lorsque la sysigie arrive le soir. On ramènera donc à cette heure moyenne, la pleine mer d'une sysigie quelconque, en ajoutant à l'heure observée, la quantité

$$\frac{i.\ v.\ 1^h}{30^\circ};$$

v étant le moyen mouvement synodique de la lune dans l'intervalle d'une heure, et i étant le nombre d'heures dont la sysigie suit le midi. v est, à fort-peu-près, d'un demi-degré, ce qui réduit la quantité précédente à $i.\ \frac{3'}{2}$. Il suit de-là que l'on doit ajouter ou retrancher de l'heure observée de la marée, une minute et demie environ, pour chaque heure dont la sysigie suit ou précède le midi.

Le phénomène du retard ou de l'avancement des marées, suivant que la sysigie arrive plus tôt ou plus tard, est un des premiers que M. de Cassini ait tiré des observations. Il avoit fixé à 2' par heure, la correction que nous venons de trouver d'une minute et demie : les observations considérées en grand nombre, m'ont fait voir que cette correction est à-peu-près telle que la théorie la donne.

Soit U le mouvement synodique de la lune, depuis l'instant de la marée, lorsque la sysigie arrive à midi, jusqu'à l'instant du *maximum* de la marée; l'heure de la pleine mer, du jour même de la sysigie, vers les équinoxes, sera, à très-peu-près

$$T - \frac{\frac{L}{r'^3}.\ U.\ \cos.\ \varepsilon.\ 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right).\ 15^\circ}.$$

et le jour d'une sysigie vers les solstices, l'heure de la pleine mer sera

$$T - \frac{\frac{L}{r'^3}.\ U.\ 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right).\ \cos.\varepsilon.\ 15^\circ};$$

ainsi,

ainsi, l'heure moyenne de la pleine mer des sysigies des équinoxes, doit retarder sur celle des sysigies des solstices, d'une quantité, à fort-peu-près, égale à

$$\frac{U.\ \sin.\ \zeta.\ \text{tang.}\ \varepsilon.\ 1^{h}}{20^{\circ}}.$$

La fonction

$$\frac{\frac{L}{r'^3}.\ U}{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}},$$

augmente dans le périgée de la lune, et diminue dans son apogée; les marées du jour de la sysigie doivent donc, tout étant égal d'ailleurs, avancer dans le périgée de la lune, et retarder dans son apogée.

Ces divers résultats ont lieu pour les marées du soir, comme pour celles du matin; la seule différence entre elles, est que la valeur de U n'est pas la même pour ces deux marées: elle est moindre d'environ 6°, dans la marée du soir; l'heure de cette marée retarde par conséquent, sur l'heure de la marée du matin, de la quanrité

$$\frac{\frac{L}{r'^3}.\ 6^{\circ}.\ 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right).\ 15^{\circ}}$$

ou d'environ 18′, ensorte que si l'heure de la marée du matin est a, celle de la marée du soir sera, à-peu-près, $a+18'$.

XXVII.

POUR vérifier ces résultats par les observations, j'ai ajouté les heures des marées du matin à Brest, dans trente-six sysigies que j'ai prises le plus près que je l'ai pu des équinoxes, en ramenant, par la règle précédente, les heures des marées à ce qu'elles auroient été, si la sysigie fût arrivée

à midi; et en considérant à la fois deux sysigies consécutives, pour faire disparoître l'effet des variations des distances de la lune. J'ai trouvé 121^{heures} 50′ 0″ pour la somme de ces heures, ce qui donne 3^{heures} 23′ 3″ pour l'heure moyenne de la marée du matin, à Brest, dans les sysigies vers les équinoxes. J'observerai ici que dans ces résultats et dans tous ceux qui suivent, les heures sont comptées en temps vrai.

J'ai ajouté de la même manière, les heures des marées du matin, dans trente-six sysigies, que j'ai choisies le plus près que je l'ai pu des solstices, en considérant de plus, autant de solstices d'été que de solstices d'hiver, pour faire disparoître l'effet de la variation des distances du soleil. J'ai trouvé 118^{heures} 46′ 30″ pour leur somme, ce qui donne 3^{heures} 17′ 58″ pour l'heure moyenne de la marée du matin à Brest, dans les sysigies vers les solstices. Cette heure avance donc par les observations précédentes, de 5′ 5″ sur l'heure moyenne des sysigies des équinoxes.

En considérant de la même manière, les marées du soir à Brest, j'ai trouvé par quarante-six observations, 3^{heures} 40′ 56″, pour l'heure moyenne de la marée du soir vers les sysigies des équinoxes; et j'ai trouvé par quarante observations, 3^{heures} 36′ 0″, pour l'heure moyenne de la marée du soir vers les solstices. Cette heure avance donc sur la précédente, de 4′ 56″ : ainsi l'avance des marées sysigies, par l'effet des déclinaisons, est à la fois confirmée par les observations des marées du matin, et par celles des marées du soir.

Le milieu entre les avances des marées du matin et du soir dans les observations précédentes, est 5′ 1″; mais dans ces observations, les sysigies considérées vers les équinoxes et vers les solstices, étoient sensiblement éloignées de ces points, en sorte que pour comparer au résultat précédent, son expression analytique,

$$\frac{U.\sin.\varepsilon.\operatorname{tang}.2\varepsilon.1^h}{200},$$

il faut supposer ε moindre que l'obliquité de l'écliptique,

et ne le porter qu'à 16 ou 17 degrés, et alors la formule précédente est d'accord avec l'observation.

Si l'on prend un milieu entre les 72 observations précédentes des marées du matin, on trouve qu'à Brest l'heure moyenne de la marée du matin dans les sysigies, est de $3^h\ 20'\ 30''$. En prenant semblablement un milieu entre les 86 observations précédentes des marées du soir, l'heure moyenne de cette marée dans les sysigies, est de $3^h\ 38'\ 38''$; elle est par conséquent plus avancée que la première, de $18'\ 8''$, ce qui est conforme à la théorie.

XXVIII.

Pour déterminer par les observations, l'effet de la variation de la distance lunaire, j'ai ajouté les heures des marées du matin, dans dix-huit sysigies dans lesquelles le demi-diamètre de la lune surpassoit $16'$, en ramenant ces heures à celles qui auroient eu lieu, si la sysigie fut arrivée à midi; j'ai trouvé $57^h\ 40'$ pour leur somme.

J'ai pareillement ajouté les heures des dix-huit marées sysigies correspondantes, dans lesquelles le demi-diamètre de la lune étoit au-dessous de $15'$, et j'ai trouvé $63^h\ 52'$ pour leur somme, ce qui donne $20'\ 40''$ pour la différence moyenne entre les heures des marées apogées, et les heures des marées périgées dans ces observations.

J'ai ajouté encore les heures des marées du soir dans les dix-huit sysigies périgées précédentes, et j'ai trouvé $64^h\ 12'$ pour leur somme. Les heures des marées du soir dans les dix-huit sysigies apogées précédentes, m'ont donné pour leur somme $68^h\ 14'\ 30''$, ce qui donne à-peu-près $13'$ pour la différence moyenne entre les heures des marées sysigies apogées et celles des marées sysigies périgées, dans ces observations: ainsi le retard des marées sysigies apogées sur les marées sysigies périgées, est à la fois indiqué par les observations des marées du matin, et par celles des marées

du soir. Ce retard dans les marées du soir n'est qu'environ deux tiers de ce même retard dans les marées du matin, et cela doit être suivant l'analyse de l'article XXVI, parce que la distance des marées du soir du jour même de la sysigie, au *maximum* des marées, n'est qu'environ les deux tiers de cette même distance relative aux marées du matin.

La somme des dix-huit demi-diamètres de la lune périgée dans ces observations, a été de 299′ 45″; la somme des dix-huit demi-diamètres apogées correspondans, a été de 267′ 14″. Si l'on prend un résultat moyen entre les observations des marées du matin et celles des marées du soir, on trouve qu'à une variation d'une minute dans le demi-diamètre de la lune, répond une variation de 9′ 27″, dans l'heure de la marée du jour même de la sysigie, ou plus exactement, dans la demi somme des heures des marées du matin et du soir.

Comparons sur ce point la théorie aux observations. On a vu dans l'article XXVI que le retard des marées apogées dépend de la diminution de la fonction

$$\frac{\frac{L}{r'^3}. U. 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right). 15^\circ}.$$

Soit $\delta r'$ la variation de r'; la variation correspondante de U sera comme l'on sait, à peu près $-2\, U. \frac{\delta r'}{r'}$; la variation de la fonction précédente sera donc en observant que $\frac{L}{r'^3} = \frac{3.S}{r^3}$,

$$\frac{-\frac{33}{16}. \frac{\delta r'}{r'}. U. 1^{\text{heure}}}{15^\circ}.$$

Le demi-diamètre moyen de la lune étant supposé de 15′ 45″, 1 dans les sysigies, on a

$$\frac{\delta r'}{r'} = \frac{60''}{945'',1};$$

U est ici le moyen mouvement synodique de la lune, depuis l'instant moyen entre les deux marées du jour de la sysigie supposée arriver à midi, jusqu'à l'instant du *maximum* de la marée. En supposant que ce *maximum* suit de trente-six heures et demie la sysigie, U sera le moyen mouvement synodique de la lune vers les sysigies, dans l'intervalle de 39^h, et par conséquent, il sera à fort-peu-près égal à $20° 7'$, ce qui donne $- 10' 33''$ pour la fonction précédente. Sa valeur donnée par les observations précédentes, est $- 9' 27''$. La différence $1' 6''$ est dans les limites des erreurs des observations, vu sur-tout l'incertitude qui existe sur le moment de la pleine mer. Nous verrons d'ailleurs dans la suite, la raison par laquelle la théorie surpasse un peu sur ce point le résultat des observations.

XXIX.

Il est facile, par l'article XXVI, de déterminer le retard journalier des marées vers les sysigies. Si U exprime le mouvement synodique de la lune dans l'intervalle d'une des deux marées du jour même de la sysigie, à la marée correspondante du troisième jour qui la suit; le retard de la marée de ce troisième jour, sur la marée du jour même de la sysigie, sera dans les équinoxes,

$$\frac{\frac{L}{r'^3} . U . \cos. \varepsilon . 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right) . 15°};$$

et dans les solstices, il sera

$$\frac{\frac{L}{r'^3} . U . 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3}\right) . 15° . \cos. \varepsilon}.$$

Ces formules sont d'autant plus exactes, que l'instant du

maximum de la marée, tombe à-peu-près au milieu de l'intervalle que nous considérons. On voit ainsi que le retard des marées est plus grand dans les sysigies des solstices, que dans celles des équinoxes; on voit encore que ce retard est plus grand dans les sysigies où la lune est périgée, que dans celles où elle est apogée.

Pour vérifier ces résultats par les observations, j'ai ajouté les retards des marées du matin, du jour même de la sysigie au troisième jour qui la suit, dans vingt-quatre observations le plus voisines que j'ai pu choisir des équinoxes, en ayant soin de considérer à la fois deux sysigies consécutives. La somme de ces retards a été de 43^h 52′ 30″, ce qui donne 1^h 49′ 41″ pour le retard moyen.

J'ai ajouté pareillement les retards des marées du soir, du jour même de la sysigie, au troisième jour qui la suit, dans trente observations le plus voisines que j'ai pu choisir des équinoxes, en ayant toujours soin de considérer à la fois deux sysigies consécutives. La somme de ces retards a été de 55^h 17′ 30″, ce qui donne 1^h 50′ 35″ pour le retard moyen.

En prenant un milieu entre ces retards des marées du matin et du soir, on a 1^h 50′ 8″,12 pour le retard moyen des marées, du jour même de la sysigie au troisième jour qui la suit, ce qui donne 56′ 43″ pour le retard journalier des marées sysigies vers les équinoxes.

En considérant de la même manière, les retards des marées du matin, dans vingt-deux observations le plus voisines que j'ai pu choisir des solstices, j'ai trouvé leur somme égale à 45^h 37′, ce qui donne 2^h 5′ 49″ pour le retard moyen.

La somme des retards des marées du soir dans trente-deux observations semblables, a été de 65^h 49′ 30″, d'où résulte 2^h 2′ 48″ pour le retard moyen.

Le milieu entre ces retards des marées du matin et du soir, est 2^h 3′ 49″, ce qui donne 41′ 16″ pour le retard

journalier des marées sysigies vers les solstices, retard qui est de 4′ 33″ plus grand que vers les équinoxes. On voit ainsi que les observations des marées du matin et du soir vers les sysigies, concourent à établir l'influence des déclinaisons des astres, sur le retard journalier de ces marées.

Si l'on prend un milieu entre les retards des marées du matin et du soir, tant vers les équinoxes que vers les solstices, dans les observations précédentes ; on trouve 1 heure 56′ 58″,5 pour le retard moyen des marées, du jour même de la sysigie, au troisième jour qui le suit.

Suivant les formules précédentes, ce retard doit être plus grand vers les solstices que vers les équinoxes, de la quantité

$$\frac{U.\sin.\varepsilon.\text{tang.}\,\varepsilon.\,1^h}{20^\circ}.$$

U est le moyen mouvement synodique de la lune, dans l'intervalle des marées que l'on considère, c'est-à dire dans l'intervalle de 3jours 1h 57′ : sa valeur est d'environ 38° 20′. En égalant donc la formule précédente à la différence observée des retards, différence qui, par ce qui précède, est égale à 13′ 41″, on aura, à fort-peu-près, $\varepsilon = 19^\circ \frac{1}{2}$; ce qui peut être admis ; ensorte qu'à cet égard, la théorie est d'accord avec les observations.

XXX.

L'accroissement du retard journalier des marées périgées vers les sysigies, et la diminution du retard journalier des marées apogées vers les sysigies, sont indiquées d'une manière très-sensible, par les observations. Dans neuf marées sysigies du matin, dans lesquelles le demi-diamètre de la lune surpassoit 16′, j'ai trouvé 19heures 53′ pour la somme des retards des marées, du jour même de la sysigie, au troisième jour qui la suit, tandis que la somme de ces

retards, dans les marées sysigies voisines ou correspondantes, dans lesquelles le demi-diamètre de la lune étoit au-dessous de 15', n'a été que de 14^heures 7'.

La somme des retards des marées du soir, dans les mêmes sysigies périgées, a été de 19^h 55'; dans les mêmes sysigies apogées, cette somme n'a été que de 14^heures 27'.

Le phénomène que nous considérons ici est si sensible, que dans chacune des observations précédentes, le plus petit retard observé des marées périgées a surpassé le plus grand retard observé des marées apogées; ce qui prouve la nécessité de considérer à la fois, dans la détermination des retards des marées sysigies, les deux sysigies consécutives, lorsque l'on veut faire disparoître l'effet de la variation des distances de la lune à la terre.

Si l'on prend un milieu entre les retards des marées du matin et du soir, dans les observations précédentes; on trouve que le retard journalier des marées périgées a été plus grand que le retard journalier des marées apogées, de 12' 29".

La somme des demi-diamètres de la lune périgée dans ces observations, a été de 149' 50", et la somme des demi-diamètres de la lune apogée, a été de 135' 29"; ainsi, la différence 12' 29" des retards journaliers, répond à 1' 49" de variation dans le demi diamètre de la lune, ce qui donne 6' 50" de retard, pour une minute d'accroissement dans ce demi-diamètre.

Pour comparer sur ce point, la théorie aux observations; nous remarquerons que, par ce qui précède, la variation du retard des marées périgées et apogées, dépend de la variation de la fonction

$$\frac{\frac{L}{r'^3}\cdot U.\ 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}\right).\ 15^{\circ}}.$$

Supposons que r' varie de $\delta r'$; la variation de U sera, à fort-peu-près,

peu-près, — $2U.\frac{\delta r'}{r'}$; en nommant donc q, la valeur moyenne de la fonction précédente, et en observant que $\frac{L}{r'^3} = \frac{3.S}{r^3}$ à-fort-peu-près; on aura

$$-\frac{11}{4}.q.\frac{\delta r'}{r'},$$

pour la variation de cette fonction.

Par un milieu entre les retards journaliers des marées sysigies vers les équinoxes et vers les solstices, la valeur de q relative à un jour, est de $39'$; en supposant ensuite que la variation $\delta r'$ réponde à une minute de variation dans le demi-diamètre de la lune, et que le demi-diamètre moyen de cet astre soit de $15'\ 45'',1$; on aura

$$-\frac{11}{4}.q.\frac{\delta r'}{r'} = -6'\ 49''.$$

Les observations nous ont donné — 6′ 50″; elles sont donc à cet égard, parfaitement conformes à la théorie.

XXXI.

Le retard des marées vers les sysigies, offre un moyen de déterminer le rapport des forces lunaires et solaires. Pour cela, reprenons l'équation trouvée dans l'article XXVI.

$$\text{tang.}2(nt+\varpi-\varphi-\lambda) = \frac{\frac{L}{r'^3}.\cos v'^2.\sin.2(\varphi'-\varphi)}{\frac{S}{r^3}.\cos.v^2+\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2(\varphi'-\varphi)}.$$

Si l'on nomme μ, le retard de la marée du jour même de sysigie, au troisième jour qui la suit, ce retard étant moyen entre le retard des sysigies des équinoxes, et celui des sysigies des solstices; cette équation donnera, en observant que

l'instant du *maximum* des marées est à-peu-près au milieu de l'intervalle que nous considérons,

$$\text{tant. } \mu = \frac{\frac{L}{r'^3} \cdot \sin. U}{\frac{S}{r^3} + \frac{L}{r'^3} \cdot \cos. U},$$

μ étant évalué en arc de cercle, à raison de 15° par heure, et U étant le moyen mouvement synodique de la lune, dans l'intervalle de la marée du jour de la sysigie, à la marée du troisième jour qui la suit. On aura donc

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}} = \frac{\text{tang. } \mu.}{\sin. U - \text{tang. } \mu. \cos. U}.$$

Le retard μ est par l'article XIX, de 7018″,5 en temps. En le convertissant en degrés, on a

$$\mu = 29° \ 14' \ 38''.$$

Le moyen mouvement synodique de la lune dans les sysigies, pendant l'intervalle de trois jours plus 7018″,5, est de 38° 16′ 25″; c'est la valeur de U : on trouvera ainsi dans les sysigies,

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r}} = 3,11271.$$

Pour réduire ce rapport des forces lunaire et solaire, à la distance moyenne de la lune à la terre, il faut le diminuer d'environ $\frac{1}{40}$, à raison de l'argument de la variation; mais il faut l'augmenter ensuite, à-peu près de $\frac{1}{30}$, par la considération suivante.

Dans l'équation $\frac{dy}{dt} = 0$, qui, par l'article IX, détermine

l'instant de la pleine mer, $\frac{S}{r^3}$ est multiplié par $n - m$, mt étant le moyen mouvement du soleil, et $\frac{L}{r'^3}$ est multiplié par $n - m'$, m' étant le moyen mouvement de la lune. Ainsi le rapport des forces lunaire et solaire, donné par les retards des marées, est celui de $(n - m')$. $\frac{L}{r'^3}$ à $(n - m)$. $\frac{S}{r^3}$; il doit donc être augmenté de sa $\left(\frac{m' - m}{n - m}\right)^{\text{ième}}$ partie, ou d'environ $\frac{1}{15}$, pour donner le rapport véritable de $\frac{L}{r'^3}$ à $\frac{S}{r^3}$; on aura ainsi, par les retards observés des marées sysigies,

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}} = 3{,}13605,$$

ce qui différe peu du rapport trouvé par les hauteurs des marées dans l'article XXII.

XXXII.

Des heures et des intervalles des marées vers les quadratures.

Reprenons l'équation

$$\text{tant.}\,2(nt + \varpi - \varphi - \lambda) = \frac{\frac{L}{r'^3}.\cos.\,v'^2.\,\sin.\,2(\varphi' - \varphi)}{\frac{S}{r^3}.\cos.\,v^2 + \frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2(\varphi' - \varphi)}; \text{(A)},$$

trouvée dans l'article XXVI. Si l'on y change φ' dans $90° + \varphi'$, ou dans $270° + \varphi'$, elle deviendra

$$\text{tang.}\,2(nt + \varpi - \varphi - \lambda) = \frac{\frac{L}{r'^3}.\cos.\,v'^2.\,\sin.\,2(\varphi' - \varphi)}{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2.(\varphi' - \varphi) - \frac{S}{r^3}.\cos.v^2};$$

l'angle $\phi' - \phi$ étant peu considérable vers les quadratures, nous pouvons négliger son cube, ce qui donne

$$nt + \varpi - \phi + 90^\circ - \lambda = \frac{\frac{L}{r'^3}.\cos. v'^2.(\phi' - \phi)}{\frac{L}{r'^3}.\cos. v'^2 - \frac{S}{r^3}.\cos. v^2}$$

$nt + \varpi - \phi$ est l'angle horaire du soleil; en le réduisant en temps, on aura pour l'heure de la pleine mer

$$6^{\text{heures}} + T + \frac{\frac{L}{r'^3}.\cos. v'^2.(\phi' - \phi)}{\frac{L}{r'^3}.\cos. v'^2 - \frac{S}{r^3}.\cos. v^2}$$

Dans les quadratures des équinoxes, cette fonction devient à-fort-peu-près,

$$6^{\text{heures}} + T - \frac{\frac{L}{r'^3}.U'.\cos\varepsilon.(1 + \frac{1}{12}.\sin.\varepsilon^2).1^{\text{heure}}}{(\frac{L}{r'^3}.\cos.\varepsilon^2 - \frac{S}{r^3}).15^\circ};$$

et dans les quadratures des solstices, elle devient à-peu-près

$$6^{\text{heures}} + T - \frac{\frac{L}{r'^3}.U'.\cos.\varepsilon.(1 - \frac{1}{12}\text{tang}.\varepsilon^2).1^{\text{heure}}}{(\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}.\cos.\varepsilon^2).15^\circ};$$

U' étant le mouvement synodique de la lune, depuis l'instant de la pleine mer que l'on considère, jusqu'à l'instant du *minimum* de la marée, où U' est nul. Ce second instant suit la quadrature d'un intervalle constant; ainsi le jour même de la quadrature, l'angle U' est plus petit, lorsque la quadrature arrive le matin, que lorsqu'elle arrive à midi; il est plus grand, lorsque cette phase arrive le soir. En prenant donc pour l'heure moyenne de la marée du jour de la quadrature, celle qui a lieu lorsque la quadrature

arrive à midi; l'heure de la marée-quadrature doit retarder sur l'heure moyenne, lorsque la quadrature arrive le matin; elle doit au contraire avancer, lorsque la quadrature arrive le soir. On ramenera donc à-fort-peu-près, à cette heure moyenne, l'instant de la pleine mer d'une quadrature quelconque, en ajoutant à l'heure observée, la quantité

$$\frac{\frac{3}{4}.\ i.\ v.\ 1^{\text{heure}}}{15^\circ}$$

v étant le moyen mouvement synodique de la lune dans l'intervalle d'une heure, et i étant le nombre d'heures dont la quadrature suit l'instant du midi. L'angle v est à-peu-près d'un demi degré, ce qui réduit la quantité précédente à $i.\ 3'$, ensorte que l'on doit ajouter ou retrancher de l'heure observée de la marée, environ trois minutes pour chaque heure dont la quadrature suit ou précède l'instant de midi; mais les termes de l'ordre U'^3 que nous avons négligés, et qui sont fort sensibles vers les quadratures, diminuent un peu cette correction, et la réduisent à deux minutes et demie, comme nous le verrons bientôt.

Il est clair, par les formules précédentes, que l'heure de la marée des quadratures des solstices doit retarder sur celle des quadratures des équinoxes. En retranchant les expressions analytiques de ces heures, et en observant que sin. ε^2 étant une petite fraction, on peut négliger les quantités multipliées par $\frac{S}{r}$. sin. ε^4; on trouve que le retard des marées quadratures solsticiales, sur les marées quadratures équinoxiales, est à fort-peu-près égal à

$$\frac{\frac{13}{3}.U'\ \text{sin.}\ \varepsilon.\ \text{tang.}\ \varepsilon.\ 1^{\text{heure}}}{20^\circ}.$$

Suivant l'article XXVI, le retard des marées sysigies

équinoxiales, sur les marées sysigies solsticiales, est

$$\frac{U'. \sin. \varepsilon. \text{tang.} \varepsilon. 1^h}{20^\circ};$$

U est un peu plus grand que U', parce que les marées quadratures arrivent plus tard que les marées sysigies ; ainsi le retard des marées quadratures solsticiales, sur les marées quadratures équinoxiales, est environ quadruple du retard des marées sysigies équinoxiales, sur les marées sysigies solsticiales, du moins lorsque l'on n'a point égard aux termes de l'ordre U'^3.

XXXIII.

Comparons ces résultats aux observations. Pour cela, j'ai ajouté les heures des marées du matin, du jour même de la quadrature, dans trente quadratures les plus voisines que j'ai pu choisir des solstices, en considérant à la fois deux quadratures consécutives, et en ramenant par la règle précédente, ces heures à celles qui auroient eu lieu, si la quadrature fût arrivée à midi. J'ai trouvé pour la somme de ces heures, 258^heures^ 58', ce qui donne 8^heures^ 37' 16", pour l'heure moyenne de la marée du matin, du jour des quadratures vers les solstices.

En ajoutant de la même manière, les heures de trente marées du matin, les plus voisines que j'ai pu choisir des équinoxes; j'ai trouvé pour leur somme, 247^heures^ 46' 30", ce qui donne 8^heures^ 15' 33", pour l'heure moyenne de la marée du matin, le jour des quadratures, vers les équinoxes; cette heure est plus petite que la précédente, de 21' 43".

Pour confirmer le même résultat par les marées du soir, j'ai ajouté, par le même procédé que ci-dessus, les heures des marées du soir, du jour même de la quadrature, dans trente quadratures le plus voisines que j'ai pu choisir, des

solstices, et j'ai trouvé pour leur somme, 273^{heures} 46′ 30″, ce qui donne 9^{heures} 7′ 33″, pour l'heure moyenne de la marée du soir, dans les quadratures vers les solstices.

En ajoutant de la même manière, les heures des marées du soir, dans trente quadratures le plus voisines que j'ai pu choisir, des équinoxes, j'ai trouvé pour leur somme, 263^{h} 27′ 30″, ce qui donne l'heure moyenne de la marée du soir, dans les quadratures vers les équinoxes, égale à 8^{h} 46′ 55″, plus petite que la précédente, de 20′ 38″. Ainsi, le retard de la marée quadrature des solstices, sur la marée quadrature des équinoxes, est confirmé à la fois par les observations des marées du matin, et par celles des marées du soir.

La moyenne entre les deux retards donnés par ces observations, est 21′ 20″. Par l'article XXVII, le retard des marées du jour de la syzigie vers les équinoxes, sur cette même marée vers les solstices, est 5′ 1″. Le retard des marées produit par les déclinaisons des astres, est donc, suivant les observations comme par la théorie, environ quatre fois plus grand dans les quadratures que dans les syzigies.

Si l'on prend un milieu entre les heures des marées du matin, du jour des quadratures, vers les équinoxes et vers les solstices, on aura pour l'heure moyenne de cette marée, 8^{heures} 26′ 24″. Pareillement, l'heure moyenne de la marée du soir, dans les quadratures, est 8^{heures} 57′ 14″.

On peut remarquer ici, que le retard observé des marées du jour de la quadrature vers les solstices, sur les marées du jour de la quadrature vers les équinoxes, est à-peu près le même par les marées du matin que par celles du soir. Il semble cependant que, suivant la théorie, il doit être d'environ un tiers plus petit dans le second cas que dans le premier, la valeur de U′ étant à-peu-près d'un tiers plus petite. Quoique les causes irrégulières ayent une influence très-sensible sur les heures des marées quadratures, la différence entre la théorie précédente et les observations, me

paroît trop considérable pour pouvoir être attribuée uniquement aux erreurs des observations. J'ai soupçonné en conséquence, que les termes dépendans de U'^5 que j'ai négligés, pouvoient diminuer la différence entre les retards donnés par les marées du matin et par celles du soir, et les rapprocher de l'égalité, et par conséquent des observations.

Pour vérifier cette conjecture, j'ai calculé, au moyen de l'équation (A) de l'article précédent, les heures des marées du matin, tant dans les équinoxes que dans les solstices. 1°. En supposant le soleil et la lune mus dans un plan incliné de 19° à l'équateur. 2°. En faisant dans les moyennes distances

$$\frac{L}{r'^3} = \frac{3.\,S}{r^3},$$

et en observant qu'à raison de l'argument de la variation, $\frac{L}{r'^3}$ doit être diminué de $\frac{1}{40}$ dans l'équation (A), et qu'il doit être encore diminué de $\frac{1}{30}$ par l'article XXXI. 3°. Que les heures moyennes des marées du matin et du soir dans les quadratures, sont telles que nous venons de les déterminer par les observations. 4°. Enfin, que la quadrature arrive à midi, et qu'elle précède de trente-six heures et demie, le *minimum* des marées. J'ai obtenu ainsi les résultats suivans.

Equinoxes.

Heures des marées quadratures du matin.		Heures des marées quadratures du soir.
$6^{\text{heures}} + T - 2^{\text{heures}}\,6'\,25''$	. . .	$6^{\text{heures}} + T - 1^{\text{heure}}\,31'\,15''$

Solstices.

$6^{\text{heures}} + T - 1^{\text{heure}}\,43'\,22''$ . . . $6^{\text{heures}} + T - 1^{\text{heure}}\,12'\,54''$.

Le retard des marées quadratures des solstices, sur les marées quadratures des équinoxes, est donc de $23'\,3''$ pour les

les marées du matin, et de 18′ 21″, pour les marées du soir. Suivant les observations précédentes, ces retards sont de 21′ 45″, et de 20′ 38″. La différence est dans les limites des erreurs des observations et de la supposition que nous avons faite sur l'angle ε. On voit par les résultats précédens, que les retards des marées ne diffèrent que d'environ 4′ 42″, pour le matin et pour le soir; tandis que cette différence, en n'ayant égard qu'aux termes dépendans de la première puissance de U′, seroit d'environ 7′; d'où il suit que les termes dépendans de U'^3, rapprochent ces deux retards, de l'égalité.

Suivant les résultats précédens, l'heure moyenne de la marée quadrature du matin, est $6^h + T - 1^h\ 54'\ 54''$, et l'heure moyenne de la marée du soir est $6^h + T - 1^h\ 22'\ 4''$; elle surpasse ainsi la première de 32′ 50″. Suivant les observations précédentes, cet excès est de 30′ 50″, ce qui diffère peu du résultat du calcul. On voit en même temps que pour l'intervalle de douze heures et demie, qui sépare les marées quadratures du matin de celles du soir, le retard des marées est de 32′ 50″; ce qui fait à-peu-près $2'\frac{1}{2}$, par heure, comme nous l'avons annoncé ci-dessus.

XXXIV.

Si l'on suppose le soleil et la lune dans le plan de l'équateur, l'heure de la marée du jour de la quadrature, sera

$$6^{\text{heures}} + T - \frac{\frac{L}{r'^3}.\ U'.\ 1^{\text{heure}}}{\left(\frac{L}{r'^3} - \frac{S}{r^3}\right).\ 15^\circ}.$$

Cette heure varie avec la parallaxe de la lune; elle retarde dans son apogée, et elle avance dans son périgée. $\delta r'$ étant l'accroissement de r', le retard de la marée sera

$$\frac{3}{4}.\frac{\delta r'}{r'}.\frac{U'.\ 1^h}{15^\circ}.$$

Par l'article XXVIII, le retard de la marée dans les sysigies, dû à la variation de la distance de la lune, est

$$\frac{33}{16} \cdot \frac{\delta r'}{r'} \cdot \frac{U.\ 1^h}{15^\circ}.$$

Ainsi U étant un peu plus grand que U', ce retard est environ trois fois plus grand dans les sysigies, que dans les quadratures. Ce qui augmente encore cet effet de la parallaxe dans les sysigies, c'est qu'à raison de l'évection, la variation des distances de la lune, est plus grande dans ces points que dans les quadratures. Il y a même une cause, savoir le retard des marées sur l'heure de la théorie, à mesure qu'elles sont plus grandes, qui rend cet effet de la parallaxe lunaire presque nul dans les quadratures. Ces résultats sont entièrement conformes aux observations des marées.

XXXV.

Il est facile, par l'article XXXII, de déterminer le retard journalier des marées vers la quadrature. Si U' exprime le mouvement synodique de la lune, dans l'intervalle de l'une des deux marées du jour même de la quadrature à la marée correspondante du troisième jour qui la suit, on trouvera que le retard de la marée de ce troisième jour sur la marée du jour même de la quadrature, est plus grand dans les quadratures des équinoxes que dans celles des solstices, et que la différence est à fort peu près égale à

$$\frac{\frac{13}{3} \cdot U'.\ \sin.\ \varepsilon.\ \text{tang.}\ \varepsilon.\ 1^{\text{heure}}}{20^\circ}.$$

Par l'article XXIX, la différence de ces retards dans les sysigies, est

$$\frac{U.\ \sin.\ \varepsilon.\ \text{tang.}\ \varepsilon.\ 1^h}{20^\circ};$$

elle est donc environ quatre fois moindre dans les sysigies que dans les quadratures. Voyons ce que les observations donnent sur cet objet.

J'ai ajouté la somme des retards des marées, depuis la marée du matin du jour même de la quadrature jusqu'à la troisième marée correspondante qui la suit, dans trente quadratures les plus voisines que j'ai pu choisir des solstices, en ayant toujours soin de considérer deux quadratures consécutives ; j'ai trouvé 98heures 26′ 0″ pour la somme de ces retards; ce qui donne 3heures 16′ 52″ pour le retard moyen.

J'ai ajouté pareillement les retards des marées, depuis la marée du matin du jour même de la quadrature, jusqu'à la troisième marée correspondante qui la suit, dans trente-deux quadratures les plus voisines que j'ai pu choisir des équinoxes, et j'ai trouvé 131heures 19′ 30″ pour la somme de ces retards; ce qui donne 4heures 6′ 14″ de retard moyen, plus grand que le précédent, de 49′ 22″.

La somme des retards des marées du soir, considérées de la même manière, dans vingt-six observations des quadratures, les plus voisines que j'ai pu choisir des solstices, a été de 86h 47′ 30″, ce qui donne 3h 20′ 17″ de retard moyen.

La somme de ces retards dans vingt-huit observations des quadratures, les plus voisines que j'ai pu choisir des équinoxes, a été de 115heures 16′ 30″, ce qui donne 4heures 7′ 10″ de retard moyen, plus grand que le précédent, de 46′ 53″; ainsi l'accroissement du retard des marées des quadratures par les déclinaisons de la lune, est à la fois prouvé par les observations des marées du matin, et par celles des marées du soir.

En prenant un milieu entre les cinquante-six observations précédentes du matin et du soir, vers les solstices, on a 3heures 18′ 27″,32 pour le retard moyen de la marée du jour de la quadrature vers les solstices, à la troisième marée correspondante qui la suit.

En prenant un milieu entre les soixante observations précédentes du matin et du soir vers les équinoxes, on a 4^{heures} 6′ 36″,00 pour le retard moyen qui surpasse le précédent de 48′ 8″,68.

Nous venons de voir que l'excès du retard des marées sysigies vers les solstices, sur le retard des mêmes marées vers les équinoxes, en considérant l'intervalle de la marée du jour même de la sysigie, à la marée correspondante du troisième jour qui la suit, doit être à-peu-près le quart de 48′ 8″,68, et par conséquent d'environ 12′. Par l'art. XXIX, cet excès est de 13′ 41″; la différence est dans les limites des erreurs des observations.

Le milieu entre les retards précédens des marées quadratures, tant vers les équinoxes que vers les solstices, est 3^{heures} 42′ 31″,66, ce qui donne 1^{heure} 14′ 10″, pour le retard journalier des marées, près de leur *minimum*.

Les marées périgées avancent, et les marées apogées retardent dans les quadratures, comme dans les sysigies; mais par les observations, ce phénomène est beaucoup moins sensible dans les quadratures que dans les solstices; ce qui est conforme à la théorie, comme on peut facilement s'en convaincre par l'analyse de l'article précédent. Pour m'assurer de cette conformité, j'ai ajouté dans onze quadratures dans lesquelles le demi-diamètre de la lune étoit au dessous de 15′, les retards des marées, depuis les marées tant du matin que du soir, du jour même de la quadrature, jusqu'aux troisièmes marées correspondantes qui les suivent, et j'ai trouvé 78^{h} 24′ pour la somme de ces retards. J'ai ajouté pareillement dans les onze quadratures correspondantes dans lesquelles le demi-diamètre de la lune étoit au-dessus de 16′, les retards des marées tant du matin que du soir, depuis le jour même de la quadrature, jusqu'aux troisièmes marées correspondantes qui les suivent, et j'ai trouvé 81^{h} 26′ pour la somme de ces retards. La somme des demi-diamètres lunaires dans les onze premières quadratures étoit

de 163′ 12″, et dans les onze dernières quadratures, cette somme étoit de 176′ 44″; ainsi 13′ 32″ d'accroissement dans la somme de ces demi-diamètres, ont produit 3^h 2′ d'accroissement dans la somme de ces retards, d'où il est aisé de conclure qu'une minute d'accroissement dans le demi-diamètre lunaire, augmente de 134″ le retard de la marée, depuis la marée du jour de la quadrature, jusqu'à la troisième marée correspondante qui la suit. Par l'analyse de l'article précédent, cet accroissement ne doit être que le tiers du même accroissement dans les marées sysigies, accroissement que nous avons trouvé dans l'article XXX de 410″, dont le tiers 137″ diffère très-peu de 134″: ainsi la théorie est parfaitement d'accord avec les observations sur cet objet.

XXXVI.

Le retard des marées vers les quadratures, offre un nouveau moyen de déterminer le rapport des forces lunaire et solaire. Pour cela, reprenons l'équation trouvée dans l'article XXXII..

$$\text{tang.}2(nt+\varpi-\phi-\lambda)=\frac{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\sin.2(\phi'-\phi)}{\frac{L}{r'^3}.\cos.v'^2.\cos.2(\phi'-\phi)-\frac{S}{r^3}.\cos.v^2}$$

Si l'on nomme μ, le retard de la marée du jour de la quadrature, à la troisième marée correspondante qui la suit, ce retard étant moyen entre les retards vers les quadratures des équinoxes, et vers les quadratures des solstices; l'équation précédente donnera

$$\text{tang.}\,\mu=\frac{\frac{L}{r'^3}.\sin.U'}{\frac{L}{r'^3}.\cos.U'-\frac{S}{r^3}},$$

μ étant évalué un arc de cercle, à raison de 15° par heure, et U' étant le moyen mouvement synodique de la lune, dans l'intervalle de la marée du jour de la quadrature, à la troisième marée correspondante qui la suit. L'équation précédente est d'autant plus exacte, que le *minimum* de la marée tombe à-peu-près au milieu de cet intervalle. On aura donc

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}} = \frac{\text{tang. } \mu}{\text{tang } \mu . \cos . U' - \sin . U'}.$$

Le retard μ est par l'article précédent, de 5heures 42′ 31″,66; en le convertissant en degrés, à raison de 15° par heure, on aura

$$\mu = 55^\circ\ 37'\ 55''.$$

U' est le moyen mouvement synodique de la lune vers les quadratures, dans l'intervalle de 3jours 3h 42′ 32″; d'où l'on conclut, en ayant égard à l'argument de la variation,

$$U' = 37^\circ\ 43'\ 45'';$$

ce qui donne

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}} = 2{,}6852.$$

Pour réduire ce rapport, à la distance moyenne de la lune à la terre, il faut l'augmenter d'environ $\frac{1}{40}$, à cause de l'argument de la variation qui, dans les quadratures, augmente la distance lunaire. Il faut ensuite augmenter le nouveau rapport que l'on trouvera, d'environ $\frac{1}{37}$, par la considération que nous avons faite à la fin de l'art. XXXI; on aura ainsi, par les retards des marées quadratures,

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}} = 2{,}8440.$$

Les retards des marées sysigies nous ont donné, dans l'article XXXI, 3,1360 pour ce même rapport. En prenant un milieu entre ces deux rapports; on aura, par les retards des marées, tant vers les sysigies que vers les quadratures,

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}} = 2,99000;$$

ce qui diffère très-peu du rapport 3,0007, trouvé dans l'article XXII par les hauteurs des marées. Le milieu entre ces deux derniers rapports, est 2,9954; ainsi toutes les observations des hauteurs et des intervalles des marées, nous conduisent à regarder la force lunaire comme étant triple à très-peu-près de la force solaire.

XXXVII.

Le rapport des forces du soleil et de la lune est important, non-seulement dans la théorie des marées, mais encore dans l'astronomie, en ce qu'il influe sur les phénomènes de la précession, de la nutation, et sur l'équation lunaire des tables du soleil. Newton l'a fait égal à 4,4815, d'après les observations des hauteurs des marées; M. Daniel Bernoulli, dans sa pièce sur le flux et le reflux de la mer, l'a réduit à $\frac{5}{2}$, d'après les retards observés des marées vers les sysigies. Si l'on fait avec Bradley, la nutation de l'axe terrestre, de 9'', ce rapport doit être supposé égal à 2. En discutant avec un soin particulier, la collection nombreuse des observations des marées faites à Brest au commencement de ce siècle, nous avons été conduits par les deux moyens que Newton et M. Daniel Bernoulli ont employés séparément, au rapport de 3 à 1, pour celui des forces de la lune et du soleil. Ce rapport peut donc être regardé comme fort approché. Pour que l'on puisse juger de son degré d'approximation, nous allons déterminer suivant les quatre

rapports 2, $\frac{5}{2}$, 3, 4, les retards μ des marées dans les sysigies et dans les quadratures, du jour même de la phase au troisième jour qui la suit, et le *minimum* de leur hauteur, en supposant leur *maximum* de 19,^{Pi}249, comme nous l'avons trouvé dans l'article XIII.

TABLE VI.

RAPPORT de la force de la lune à celle du soleil.	VALEUR de μ dans les sysigies.	VALEUR de μ dans les quadratures.	*MINIMUM* de la marée totale.
	H. M.	H. M.	Pieds.
2.	1. . . . . .42$\frac{1}{2}$.	4. . . . . .28.	5,996
$\frac{5}{2}$.	1. . . . . .50.	3. . . . . .56$\frac{1}{2}$.	7,767
3.	1. . . . . .55$\frac{1}{2}$.	3. . . . . .38.	9,093
4.	2. . . . . .3$\frac{1}{2}$	3. . . . . .17$\frac{1}{2}$.	10,946
Par les observations.	1. . . . . .57.	3. . . . . .42$\frac{1}{2}$.	9,108

On voit par cette table, que les rapports 2, $\frac{5}{2}$ et 4 donnent des résultats si éloignés des observations, qu'il est impossible de les admettre, tandis que le rapport de 3 à 1 s'en approche beaucoup. La valeur observée de μ dans les sysigies, semble l'indiquer un peu plus grand; mais cette valeur observée dans les quadratures, l'indique plus petit, ensorte qu'il paroit n'avoir besoin d'aucune correction sensible. Voyons maintenant ce qui résulte de ce rapport, pour les phénomènes de la précession et de la nutation.

Si l'on suppose la nutation totale de l'axe terrestre, égale à $9''.(1+\gamma)$; on aura

$$\frac{\frac{L}{r'^3}}{\frac{S}{r^3}+\frac{L}{r'^3}} = \frac{103189.(1+\gamma)}{154143}.$$

(Voyez les Mémoires de l'Académie pour l'année 1783, *p.* 24).

p. 24). En supposant donc $\frac{L}{r'^3} = \frac{3.S}{r^3}$, on trouvera 10″,083, pour la nutation de l'axe terrestre, ensorte qu'il faut porter à une seconde entière, l'augmentation de $\frac{1''}{2}$, que plusieurs astronomes ont déja faite au résultat de Bradley.

L'équation totale de la précession se détermine, en divisant le double de la nutation totale, par la tangente du double de l'obliquité de l'écliptique, ce qui donne 18″,844 pour l'équation de la précession. Si l'on nomme i, le rapport du moyen mouvement sydéral de la lune, à celui du soleil, et T la masse de la terre; on a

$$\frac{L}{T} = \frac{3}{i^2 - 3};$$

d'où l'on tire

$$\frac{L}{T} = \frac{1}{58{,}57};$$

c'est-à-dire que la masse de la lune est environ $\frac{1}{59}$ de celle de la terre.

Le coëfficient de l'équation lunaire des tables du soleil est

$$\frac{L}{L+T} \cdot \frac{r'}{r}.$$

Si l'on suppose la parallaxe de la lune, de 57′ dans les moyennes distances, et celle du soleil, de 8″,8; on a

$$\frac{r'}{r} = \frac{8'',8}{57'};$$

on aura ainsi, 8″,9, pour l'équation lunaire des tables du soleil.

Nous devons cependant observer ici que le rapport de $\frac{L}{r'^3}$ à $\frac{S}{r^3}$ donné par les phénomènes des marées, peut n'être pas exactement le même que celui qui doit être employé dans le calcul de la précession et de la nutation; car on a vu dans l'article VI, que la masse L de la lune doit être augmentée dans le rapport de B′ à B, dans le calcul des phénomènes des marées. Ce dernier rapport étant inconnu,

la masse L ne peut être encore exactement déterminée par ces phénomènes ; mais il est aisé de voir que ce rapport doit être fort peu différent de l'unité, ensorte que la masse L de la lune, conclue des phénomènes des marées, peut-être regardée comme étant fort approchée.

XXXVIII.

La différence des heures des marées des quadratures et des sysigies, offre un nouveau moyen pour déterminer le temps dont la sysigie et la quadrature précédent le *maximum* et le *minimum* des marées. Pour cela, nommons a et a' les heures des marées du matin et du soir dans les sysigies; nommons pareillement b et b' les heures des marées du matin et du soir dans les quadratures; l'heure de la marée du matin dans les sysigies, sera par l'article XXVI, exprimée par la formule.

$$T - K. (\zeta + 12^{\text{henres}} - a);$$

K étant égal à $\frac{h}{3 \text{ jours} + h}$ et h étant le retard des marées, du jour même de la sysigie, au troisième jour qui la suit. On aura donc

$$T - K. (\zeta + 12^{\text{heures}} - a) = a.$$

L'heure de la marée du matin dans les quadratures, sera par l'article XXXII, exprimée par la formule

$$6^{\text{heures}} + T. - K'. (\zeta + 12^{\text{heures}} - b);$$

K' étant égal à $\frac{h'}{3 \text{ jours} + h'}$, et h' étant le retard des marées, du jour même de la quadrature, au troisième jour qui la suit ; on aura donc

$$6^{\text{heures}} + T - K'. (\zeta + 12^{\text{heures}} - b) = b.$$

En retranchant de cette équation, la précédente, on aura

$$6^{\text{heures}} = b - a - K.(\zeta + 12^{\text{heures}} - a) + K'.(\zeta + 12^{\text{heures}} - b).$$

La comparaison des deux marées du soir dans les sysigies et dans les quadratures, donne pareillement

$$6^{\text{heures}} = b' - a' - K.(\zeta - a') + K'.(\zeta - b').$$

Pour conclure avec précision, de ces deux équations, la valeur de ζ, on les ajoutera l'une à l'autre, et l'on tirera de leur somme

$$\zeta = \frac{12^{\text{h}} + a + a' - b - b' + K.(12^{\text{h}} - a - a') - K'.(12^{\text{h}} - b - b')}{2.(K' - K)}; \quad (o)$$

On a par les articles XXVII et XXXIII,

$$a = 3^{\text{h}}\ 20'\ 30'',$$
$$a' = 3^{\text{h}}\ 38'\ 38'',$$
$$b = 8^{\text{h}}\ 26'\ 24'',$$
$$b' = 8^{\text{h}}\ 57'\ 14''.$$

On a de plus, par les articles XXIX et XXXV,

$$h = 1^{\text{h}}\ 56'\ 58'',5,$$
$$h' = 3^{\text{h}}\ 42'\ 31'',7.$$

On trouvera, cela posé,

$$\zeta = 43^{\text{h}}\ 56'\ 18''.$$

Si l'on prend un milieu entre les valeurs de ζ données par les hauteurs des marées, dans les articles XIII et XXII; on a,

$$\zeta = 36^{\text{h}}\ 47'.$$

La différence de cette valeur de ζ, à la précédente, est trop considérable pour pouvoir être attribuée aux erreurs

des observations, sur-tout si l'on considère le peu de différence des valeurs de ζ, données par les hauteurs des marées sysigies, et par celles des marées quadratures.

En considérant l'équation (o), on voit que pour diminuer la valeur de ζ, il suffit de supposer que l'heure des marées sysigies à Brest, retarde de quelques minutes sur l'heure déterminée par la théorie, en partant de l'heure observée des marées quadratures. Or, il est fort probable que plus les marées sont grandes à Brest, plus elles retardent sur l'heure donnée par la théorie. On conçoit en effet, que l'entrée de la rade étant fort étroite rélativement à son étendue, les grandes marées doivent employer plus de temps que les petites marées, à se former dans le port. Peut être encore, les fortes marées emploient plus de temps que les foibles, à parvenir dans nos ports. Si l'on nomme x ce retard des marées sysigies sur les marées quadratures, il faudra diminuer chacune des valeurs de a et de a', données par l'observation, de la quantité x, ce qui diminue de $\frac{(1-K).x}{K'-K}$, la valeur $43^h\ 56'\ 18''$ de ζ, donnée par les intervalles des marées. Pour réduire cette valeur à $36^h\ 47'$, il faut supposer $x = 9',9754$, et alors, les valeurs de ζ, données par les hauteurs et par les intervalles des marées, s'accordent entre elles.

Ce retard d'environ $10'$ des marées sysigies sur les marées quadratures, est confirmé par les observations des marées périgées et apogées, et il m'a donné l'explication d'un phénomène que m'ont présenté les marées de la table III, article XVII. J'ai pris dans cette table la somme des heures des marées sysigies, dans lesquelles le demi-diamètre lunaire surpasse $16'$, le matin et le soir du jour même de la sysigie et du troisième jour qui la suit, en réduisant ces heures à ce qu'elles auroient été, si la sysigie fût arrivée à midi. Je n'ai point considéré la première sysigie de cette table, parce que les marées du troisième jour n'ont point été observées dans

la sysigie correspondante. J'ai trouvé pour la somme de ces heures,

Jour de la sysigie.		Troisième jour après la sysigie.	
matin.	soir.	matin.	soir.
$25^h\ 28'$	$39^h\ 29'$	$60^h\ 13'$	$64^h\ 2'$.

J'ai pris les sommes des heures des marées correspondantes dans lesquelles le demi-diamètre lunaire est au-dessous de $15'$, en ne considérant point la seconde sysigie de la table, et j'ai trouvé pour la somme de ces heures,

Jour de la sysigie.		Troisième jour de la sysigie.	
matin.	soir.	matin.	soir.
$38^h\ 53'$	$41^h\ 56'$	$56^h\ 10'$	$59^h\ 13'\ 30''$.

En retranchant les sommes relatives aux marées périgées, des sommes correspondantes relatives aux marées apogées, on a les quatre différences

$$205'\ ;\quad 127'\ ;\quad -243'\ ;\quad -288',5.$$

Ces différences doivent être, par l'article XXVIII, proportionnelles aux intervalles du *maximum* des marées, aux heures des marées qui leur correspondent. Soit donc ζ, l'intervalle du *maximum* de la marée, à l'heure de la sysigie supposée arriver à midi. L'heure de la marée du matin à Brest, étant $3^h\ 20'\ 30''$, le jour de la sysigie; la distance du *maximum* à cette marée du matin, est $\zeta + 12^h - 3^h\ 20'\ 30''$. L'heure de la marée du soir du même jour étant $3^h\ 38'\ 38''$, la distance du *maximum* à cette heure, sera $\zeta - 3^h\ 38'\ 38''$.

On a vu dans l'article XXIX, qu'il faut ajouter $1^h\ 56'\ 58''$, aux heures des marées du jour de la sysigie, pour avoir les heures correspondantes des marées du troisième jour qui la suit. On aura ainsi, $65^h\ 17'\ 28'' - \zeta$, et $77^h\ 35'\ 36'' - \zeta$, pour les distances du *maximum*, aux heures des marées du matin et du soir du troisième jour après la sysigie.

Les quatre nombres 205′, 127′, 243′, 288′,5, doivent donc être proportionnels aux quatre suivans,

$$\zeta + 8^h\, 29'\, 30''; \zeta - 3^h\, 38'\, 38''; 65^h\, 17'\, 28'' - \zeta; 77^h\, 35'\, 36'' - \zeta;$$

mais comme les erreurs des observations empêchent que ces proportions n'ayent lieu exactement, nous en composerons une proportion moyenne, en faisant la somme des quatre premiers de ces huit nombres, est à la somme du troisième et du quatrième, moins la somme du premier et du second, comme la somme des quatre derniers est à la somme du septième et du huitième, moins la somme du cinquième et du sixième; ce qui donne,

$$863',5;\ 199',5 :: 8873',9 : 8272',2 - 4\zeta;\ (p),$$

d'où l'on tire $\zeta = 25^h\, 55',5$. Cette valeur de ζ s'éloigne trop du résultat $36^h\, 47'$ donné par les hauteurs des marées, pour que la différence puisse être attribuée aux erreurs des observations; il est assez remarquable qu'elle soit au-dessous de ce résultat, tandis que la valeur de ζ donnée par les intervalles des marées sysigies est au-dessus. Voyons si la même cause au moyen de laquelle nous avons rapproché la valeur de ζ donnée par les intervalles des marées sysigies et quadratures, du résultat $36^h\, 47''$, rapproche de ce même résultat, la la valeur de ζ donnée par les intervalles des marées périgées et apogées.

Les marées périgées doivent, en vertu de cette cause, retarder sur les marées apogées; il est très-naturel de supposer que ce retard est à celui des marées sysigies sur les marées quadratures, comme l'excès des marées périgées, sur les marées apogées, est à l'excès des marées sysigies sur les marées quadratures. Nous venons de trouver le retard des marées sysigies sur les marées quadratures, égal à 9′,9754. L'excès moyen des marées périgées sur les marées apogées de la table III, est $5^{\text{pieds}},094$. L'excès des marées sysigies

sur les marées quadratures, est, par les tables II et V, égal à $7^{\text{pieds}},384$; en nommant donc x' le retard des marées périgées de la table III, sur les marées apogées correspondantes, dépendant de cette cause; on aura

$$x' : 9',9754 :: 5^{\text{pieds}},094 : 7^{\text{pieds}},384,$$

d'où l'on tire $x' = 6',882$. Il faut ainsi retrancher $11.x'$, ou $75',7$, des quatre nombres

$$35^{\text{heures}}\,28',\; 39^{\text{heures}}\,29',\; 60^{\text{heures}}\,13',\; 64^{\text{heures}}\,2',$$

et alors la proportion (p) se change dans celle-ci,

$$863',5 : -103',29 : 8873',9 : 8272',2 - 4\zeta;$$

ce qui donne

$$\zeta = 38^{\text{heures}}\,53'.$$

Ce résultat se rapproche assez du résultat $36^{\text{heures}}\,47'$, donné par les hauteurs des marées, pour que la différence soit dans les limites des erreurs des observations. Il confirme en même-temps ce que nous avons dit; savoir, que les hautes marées à Brest, retardent sur l'heure déterminée par la théorie.

Le retard des marées périgées sur les marées apogées, dû aux circonstances locales, est le même pour les marées qui précédent et pour celles qui suivent le *maximum*; il ne doit donc point influer sur le retard des marées, du jour de la sysigie au troisième jour qui la suit, et nous devons à cet égard, retrouver, par les observations, les résultats de la théorie.

Dans les marées périgées précédentes, la somme des marées du matin et du soir du troisième jour après la sysigie, sur les marées du matin et du soir du jour de la sysigie, est $49^{\text{heures}}\,18'$.

Dans les marées apogées précédentes, la somme des retards des marées du matin et du soir du troisième jour après la sysigie, sur les marées du matin et du soir du jour de la sysigie, n'est que de $34^{\text{heures}} 54',5$, plus petite que la précédente, de $14^{\text{heures}} 23',5$; nous nommerons (A) cette différence.

Suivant la théorie donnée dans l'article XXX, si l'on nomme q la demi-somme des retards, tant dans les marées périgées que dans les marées apogées, et α, l'excès des demi-diamètres lunaires périgées sur les demi-diamètres lunaires apogées, divisé par la demi-somme des demi-diamètres, tant périgées qu'apogées; on aura $\frac{11}{4} \alpha q$, pour la différence (A). La table III donne $21' 9''$ pour l'excès des onze demi-diamètres périgées, sur les onze demi-diamètres apogées, et $173' 22''$, pour la demi-somme de vingt-deux demi-diamètres lunaires, ce qui donne

$$\alpha = \frac{21' 9''}{173' 22''},$$

on a de plus $q = 42^{\text{heures}} 6',2$; d'où l'on tire

$$\tfrac{11}{4} \alpha q = 14^{\text{heures}} 7',5 = (A).$$

La différence de cette valeur (A), à la valeur observée $14^{\text{heures}} 23',5$ est très-petite, et dans les limites des erreurs des observations; nous retrouvons donc ici le même accord que nous avons déja trouvé dans l'article XXX, sur le même objet.

Il suit de ce que nous venons de voir, que l'on peut fixer à très-peu-près à trente-six heures et demie, le temps dont le *maximum* de la marée suit la sysigie à Brest. Ce temps détermine celui dont la marée solaire suit dans ce port, le passage du soleil au méridien; il détermine encore le temps dont la marée lunaire suit le passage de la lune au méridien.

En

En effet, T étant l'heure du *maximum* de la marée à Brest, on a, par ce qui précéde, les quatre équations suivantes,

$$T - K.(\zeta + 12^{\text{heures}} - a) = a;$$
$$T - K.(\zeta - a') = a';$$
$$6^{h} + T - K'.(\zeta + 12^{h} - b) = b;$$
$$6^{h} + T - K'.(\zeta - b') = b'.$$

En réunissant ces quatre équations, on aura

$$T = \frac{a + a' + b + b'}{4} + (K + K').\{\tfrac{1}{2}\zeta + 3^{h}\} - \frac{K}{4}.(a + a') - \frac{K'}{4}.(b + b') - 3^{h}.$$

en supposant ensuite $\zeta = 36^{h}\tfrac{1}{2}$, on aura

$$T = 4^{h}\, 26'\, 13''.$$

Aux instans du *maximum* et du *minimum* de la marée, les marées lunaires et solaires coïncident ; ainsi la marée solaire à Brest, suit le passage du soleil au méridien, de $4^{h}\, 26'\, 13''$; et si le soleil agissoit seul sur la mer, l'heure moyenne des marées dans ce port seroit la même le matin et le soir, et de $4^{h}\, 26'\, 13''$.

Pour avoir le temps dont la marée lunaire suit le passage de la lune au méridien, nous observerons que le *maximum* de la marée ayant lieu trente-six heures et demie après la sysigie, la lune est alors éloignée du soleil dans l'écliptique, de $18^{\circ}\, 32'\, 25''$. Le soleil est au même instant, éloigné du méridien, de $66^{\circ}\, 33'\, 15''$; ainsi la lune n'est éloignée du méridien que de $48^{\circ}\, 0'\, 50''$. L'instant moyen de la marée lunaire à Brest, a donc lieu à $5^{h}\, 12'\, 5''$ lunaires, c'est-à-dire que si la lune agissoit seule sur la mer, les marées arriveroient à $5^{h}\, 12'\, 5''$ lunaires, ou à $5^{h}\, 18'\, 48''$ solaires après le passage de cet astre au méridien.

XXXIX.

Expression générale des hauteurs des marées à Brest.

Nous pouvons maintenant, au moyen des récherches précédentes, déterminer, relativement au port de Brest, toutes les arbitraires que renferme l'expression de la hauteur y de la mer, trouvée dans l'article VIII, et nous aurons la formule suivante,

$$y = -0^{pi.},0860.\{p^3.(1-3.\sin.v^2)+3p'^3.(1-3.\sin.v'^2)\}$$

$$+0^{pi.},2211.\left\{\begin{array}{l} p^3.\sin.v.\cos.v.\cos.(v-53°33') \\ +3p'^3.\sin.v'.\cos.v'.\cos.(v+\phi-\phi'-53°33') \end{array}\right\}$$

$$+2^{pi.},4061.\left\{\begin{array}{l} p^3.\cos.v^2.\cos.2(v-66°33') \\ +3p^3.\cos.v'^2.\cos.2(v+\phi-\phi'-66°33') \end{array}\right\}.$$

Dans cette formule, 1°. v est l'angle horaire du soleil; c'est-à-dire, l'angle que cet astre a décrit par son mouvement diurne, depuis son passage par le méridien supérieur jusqu'à l'instant pour lequel on calcule. 2°. Les angles v, v' et $\phi'-\phi$, sont relatifs à l'instant qui précède de trente-six heures et demie, celui que l'on considère; les déclinaisons boréales sont supposées positives, et les déclinaisons australes, négatives. 3°. p est le rapport du demi-diamètre du soleil, relatif à l'instant qui précède de trente-six heures et demie celui que l'on considère, à son demi-diamètre moyen; p' est le même rapport pour la lune.

Les causes diverses qui modifient les oscillations de la mer sur les côtes, empêchent la formule précédente de représenter exactement les observations. Ainsi l'instant de la basse-mer déterminé par cette formule, diffère d'environ sept à huit minutes, de l'instant observé, parce que la mer emploie

un quart-d'heure de plus à descendre qu'à monter. On corrige cette différence, en augmentant d'environ sept minutes et demie, l'instant calculé de la basse-mer.

Les causes dont nous venons de parler, élèvent à Brest le niveau de la mer un peu plus dans les sysigies que dans les quadratures; elles retardent encore les marées à raison de leur grandeur : mais on corrigera à très-peu-près ce retard, en ajoutant ou en retranchant de l'heure de la marée, déterminée par la formule précédente, une minute un tiers pour chaque pied dont la marée totale, calculée par la même formule, sera plus grande ou plus petite que 14 pieds.

X L.

Pour completter la théorie des marées, il nous reste à donner des tables au moyen desquelles on puisse facilement déterminer l'heure des marées.

Dans nos ports de France, et généralement dans tous ceux dans lesquels la différence des deux marées d'un même jour dans les solstices est peu considérable relativement à la hauteur entière des marées; on peut concevoir que les phénomènes sont les mêmes qu'à l'extrémité d'un canal à l'embouchure duquel les marées lunaires et solaires auroient lieu au moment du passage des astres au méridien, et emploieroient un intervalle de temps ζ, à parvenir à son extrémité supposée plus orientale d'un nombre c d'heures, que son embouchure. Nous venons de voir qu'à Brest, ζ est de $36^h\ 30'$, et il paroît que cette valeur est à-peu-près la même dans nos ports. Quant à la valeur de c, qui pour Brest est de $3^h\ 56'\ 13''$, elle est fort variable dans les différens ports. Lorsque ζ est connu, les observations des heures des marées dans les sysigies et dans les quadratures, donneront, par l'article XXXVIII, la valeur de T, ou le temps dont la marée solaire suit le passage du soleil au méridien; en nommant ensuite q, le reste de la divison de ζ par 12, on aura $c = T - q$.

Maintenant, si l'on connoît l'heure des marées à l'embouchure du canal, en l'augmentant de $\zeta + c$, on aura ces phénomènes dans le port : il ne s'agit donc que de former une table qui donne l'heure des marées dans un lieu où les marées partielles arrivent au moment du passage des astres au méridien. Si l'on nomme h, le demi-diamètre du soleil, H son demi-diamètre moyen ; h' et H', les mêmes quantités pour la lune ; on aura par ce qui précède, au moment de la pleine mer.

$$\text{tang.}\,2.(nt + \varpi - \phi') = \frac{\left(\frac{h}{H}\right)^3.\cos.\,v^2.\sin.\,2(\phi - \phi')}{2{,}89841.\left(\frac{h'}{H'}\right)^3.\cos.v'^2 + \left(\frac{h}{H}\right)^3.\cos.v^2.\cos.2(\phi - \phi')}.$$

Pour réduire en table, la valeur de $nt + \varpi - \phi'$, relativement aux diverses valeurs de $\phi - \phi'$, h, v, h', v'; nous observerons que l'on peut simplifier l'expression de tang. $2(nt + \varpi - \phi')$, en corrigeant les demi-diamètres h et h', de cette manière. On formera une table des valeurs de la quantité,

$$\frac{(2{,}89841.\,H' + H)}{3{,}89841}.\left\{1 - \sqrt[3]{\cos.\,v^2}\right\};\,(x)$$

de degré en degré, depuis $v = 0$, jusqu'à $v = 30°$. Voici cette table dans laquelle le demi-diamètre moyen H' de la lune est de $15'\,43'',5$, et le demi-diamètre moyen H du soleil est de $16'\,1'',5$.

TABLE VII.

v	z	v	z	v	z
D.	S.	D.	S.	D.	S.
1	0,10	11	11,65	21	42,46
2	0,38	12	13,86	22	46,60
3	0,87	13	16,27	23	50,94
4	1,54	14	18,97	24	55,46
5	2,41	15	21,66	25	60,19
6	3,47	16	24,65	26	65,10
7	4,72	17	27,82	27	70,21
8	6,16	18	31,19	28	75,51
9	7,80	19	34,76	29	81,01
10	9,63	20	38,51	30	86,70

On corrigera, au moyen de cette table, le demi-diamètre h du soleil, en en retranchant la quantité qui dans la table répond à la déclinaison v du soleil. On corrigera pareillement le demi-diamètre h' de la lune, en retranchant la quantité qui dans la table, répond à la déclinaison de la lune; on aura ainsi à fort-peu-près,

$$\text{tang.}\,2(nt+\varpi-\phi')=\frac{\left(\frac{h}{H}\right)^3.\,\sin.\,2(\phi-\phi')}{2{,}89841.\left(\frac{h'}{H'}\right)^3+\left(\frac{h}{H}\right)^3\cos.\,2\,(\phi-\phi')};$$

h et h' étant ici les demi-diamètres du soleil et de la lune, corrigés par ce qui précède. Les déclinaisons du soleil et de la lune disparoissent ainsi de l'expression de tang. $2(nt+\varpi-\phi')$. A la rigueur, il faudroit retrancher du demi-diamètre du soleil, la quantité $h.\,\{1-\sqrt[3]{\cos.\,v^2}\}$; mais cette quantité étant fort petite, et la valeur de h différant très-peu de $\frac{2{,}89841.\,H'+H}{3{,}89841}$, on peut, sans erreur sensible, substituer pour h, cette valeur, dans la quantité précédente. On doit appliquer la même réflexion à la correction du demi-diamètre de la lune; et comme l'influence de cet astre sur l'heure des marées est à celle du soleil, dans le rapport de 2,89841

l'unité, j'ai employé les demi-diamètre H et H' suivant ce rapport, dans le coëfficient

$$\frac{2,89841 . H' + H}{3,89841}.$$

Si l'on divise le numérateur et le dénominateur de l'expression de tang. $2(nt + \varpi - \phi')$, par $\left(\frac{h}{H}\right)^3$, et si l'on considère que la différence des $\frac{h' H}{h H'}$, à $\frac{H + h' - h}{H'}$ est $\frac{(H-h).(h'-h)}{h H'}$, et qu'elle peut être négligée, vu la petitesse des deux facteurs $H - h$ et $h' - h$, on aura

$$\text{tang.}\,2(nt + \varpi - \phi') = \frac{\sin.\,2(\phi - \phi')}{2,89841.\left(\frac{H + h' - h}{H'}\right)^3 + \cos.\,2(\phi - \phi')},$$

expression dans laquelle, au lieu des cinq variables h, v, h', v' et $\phi - \phi'$, il n'y plus que deux variables $\phi - \phi'$ et $h' - h$.

On réduira en table, l'arc $nt + \varpi - \phi'$, en déterminant au moyen de l'équation précédente, cet arc depuis $\phi - \phi' = 0$, jusqu'à $\phi - \phi' = 90°$. Pour cela, on fera depuis $\phi - \phi' = 0$, jusqu'à $\phi - \phi' = 45°$,

$$\cos.\,2A = \frac{\cos.\,2(\phi - \phi'}{2,89841.\left(\frac{H + h' - h}{H'}\right)^3},$$

et l'on aura

$$\text{tang.}\,2(nt + \varpi - \phi') = \frac{\sin.\,2(\phi - \phi')}{5,79682.\left(\frac{H + h' - h}{H'}\right)^3.\cos.\,A^2}.$$

En changeant dans cette valeur, cos. A^2 en sin. A^2, on aura la valeur de tang. $2(nt + \varpi - \phi')$, correspondante à 90° $-(\phi - \phi')$.

Voici présentement la table dont nous venons de parler, calculée de cinq degrés en cinq degrés, dans les sept suppositions de $h' - h = -120'' = -80'' = -40'' = 0 = 40'' = 80'' = 120''$.

TABLE VIII.

ARGUMENT. Ascension droite du soleil, moins celle de la lune.	Angle horaire de la lune à l'instant de la pleine mer, lorsque $h'-h=0$.	Ce qu'il faut ajouter à cet angle, lorsque			Ce qu'il faut retrancher de cet angle, lorsque		
		$h'-h=-40''$.	$h'-h=-80''$.	$h'-h=-120''$.	$h'-h=40''$.	$h'-h=80''$.	$h'-h=120''$.
D. D.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.
0...180	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
5...175	1 14	0 7	0 15	0 24	0 7	0 13	0 18
10...170	2 26	0 15	0 31	0 49	0 13	0 25	0 36
15...165	3 37	0 22	0 47	1 14	0 20	0 38	0 53
20...160	4 46	0 29	1 2	1 39	0 27	0 51	1 11
25...155	5 50	0 37	1 19	2 5	0 33	1 3	1 29
30...150	6 49	0 45	1 36	2 32	0 39	1 15	1 47
35...145	7 42	0 53	1 53	3 0	0 46	1 27	2 3
40...140	8 27	1 0	2 9	3 27	0 53	1 39	2 19
45...135	9 2	1 8	2 26	3 55	0 59	1 50	2 36
50...130	9 24	1 15	2 42	4 24	1 6	2 0	2 48
55...125	9 31	1 21	2 56	4 51	1 9	2 7	2 57
60...120	9 19	1 25	3 9	5 14	1 11	2 10	3 0
65...115	8 46	1 27	3 14	5 28	1 11	2 9	2 56
70...110	7 48	1 23	3 9	5 27	1 6	2 0	2 44
75...105	6 24	1 13	2 50	4 59	0 57	1 43	2 21
80.. 100	4 34	0 56	2 11	3 56	0 43	1 16	1 43
85....95	2 23	0 30	1 12	2 13	0 23	0 41	0 54
90....90	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

L'angle horaire devient négatif, lorsque l'argument est compris depuis 90° jusqu'à 180°; lorsque cet argument surpasse 180°, l'angle horaire est celui qui répond dans la table, à l'excès de l'argument sur 180°.

Pour calculer au moyen de cette table, l'heure de la marée à Brest, on déterminera à-peu-près l'instant du passage de la lune au méridien supérieur ou inférieur, pour un lieu plus occidental que ce port, de $3^h 56' 13''$, et pour un temps antérieur, d'environ un jour et demi. On déterminera pour cet instant, au moyen des Éphémérides, les valeurs de ϕ, v, h, ϕ', v', h'. On corrigera, au moyen de la table VIII, les valeurs de h et de h', et l'on formera la quantité $h' - h$. Si les demi diamètres moyens employés dans le calcul de ces éphémérides différent de ceux dont on a fait usage dans la table VII, on retranchera ces différences, des valeurs de h et de h' données par ces éphémérides. La table VIII donnera ensuite l'angle horaire de la lune, à l'instant de la pleine-mer; il faudra augmenter cet angle de 180°, si l'on a considéré un passage de la lune par le méridien inférieur. En retranchant l'argument $\phi - \phi'$, de cet angle horaire, on aura l'angle horaire du soleil, que l'on convertira en temps, à raison de 15° par heure, ce qui donnera l'heure approchée de la pleine-mer.

Pour corriger cette heure, on observera que l'argument $\phi - \phi'$ dans la table VIII, se rapporte à l'instant de la pleine-mer, qui diffère un peu de l'heure supposée du passage de la lune au méridien. On prendra la différence de l'heure trouvée pour la marée, à l'heure supposée du passage, et l'on calculera la variation de l'argument $\phi - \phi'$ durant cet intervalle. On déterminera la variation de l'angle horaire de la lune, correspondante à la variation de l'argument, et l'on retranchera la première variation de la seconde : cette différence, réduite en temps, sera la correction de l'heure de la marée.

Appliquons cette méthode à un exemple. Pour cela, déterminons l'heure de la marée du soir à Brest, le 15 avril 1790. Ce port est plus occidental que Paris, de $27' 17''$, ainsi le lieu plus occidental que Brest de $3^h 56' 13''$, est à l'occident de Paris de $4^h 23' 30''$. Je trouve par la Connoissance des

temps

temps de 1790, que la lune, dans ce lieu, a passé au méridien inférieur, le 13, à-peu-près à 11^h 44', et l'on comptoit alors à Paris 16^h 7'. Une erreur de quelques minutes sur le moment de ce passage, a très-peu d'influence sur le résultat du calcul, ainsi nous déterminerons les valeurs de φ, v, *h*, φ', v', et *h'*, pour le 13 à Paris, à 16^h. La Connoissance des temps donne pour ce moment

$$\varphi = 22° 34'; \text{v} = 9° 29'; h = 15' 58'',5;$$
$$\varphi' = 18° 14'; \text{v}' = 9° 12'; h' = 14' 45''.$$

Mais comme le demi-diamètre moyen du soleil de cette éphéméride est de 1'',5 environ plus grand que celui de la table VII, il faut retrancher cette quantité de *h*; ce qui le réduit à 15' 57''. On aura, cela posé, au moyen de la table VII, $h' - h = - 72''$. On a ensuite $\varphi - \varphi' = 4° 20'$. Au moyen de ces données, on trouve par la table VIII, l'angle horaire de la lune égal à 1° 16'. Il faut lui ajouter 180°, parce que l'on a considéré un passage inférieur de la lune; ainsi le véritable angle horaire de la lune est 181° 16'. En en retranchant l'argument $\varphi - \varphi'$, on aura l'angle horaire du soleil égal à 176° 56', ce qui réduit en temps, donne 11^h 47' 44'', pour l'heure de la marée, dans le lieu plus à l'ouest que Paris de 4^h 23' 30''; ainsi cette heure à Paris est 16^h 11' 14''.

Pour la corriger, nous observerons qu'elle surpasse de 11' 14'' l'heure pour laquelle nous avons déterminé les quantités φ et φ' : or, dans cet intervalle, la variation de l'argument $\varphi - \varphi'$ est $- 5'$, et la variation correspondante de l'angle horaire de la lune, donnée par la table VIII, est $- 1'$. Si de cette dernière variation, on retranche la première, la différence $+ 4'$, réduite en temps, donnera 16'' pour la correction de l'heure de la marée. Cette heure, dans le lieu plus à l'ouest que Paris de 4^h 23' 30'', sera donc 11^h 48' 0''; en y

ajoutant 40^h $26'$ $13''$, on aura l'heure de la marée à Brest, à 52^h $14'$ $13''$, c'est-à-dire le 15 avril à 4^h $14'$ $13''$ du soir. Il y a une correction due à ce que la hauteur de la marée totale a surpassé 14pi. Elle a été trouvée de 16pi., et par conséquent de deux pieds en excès; ce qui, à raison de $1'\frac{1}{3}$ de retard par pied d'excédent de la marée sur 14 pieds, donne $2'$ $40''$, qui ajoutées à l'heure précédente, la portent à 4^h $16'$ $53''$. La mer, ce jour-là, fût observée pleine, de 4^h $15'$ à 4^h $22'$, ce qui s'accorde avec le résultat précédent, et ce qui prouve que depuis près d'un siécle, les données dépendantes des circonstances locales n'ont pas sensiblement varié dans le port de Brest.

X L I.

De la loi suivant laquelle la marée monte et descend à Brest.

J'AI déja remarqué dans l'article premier, que la mer dans nos ports, emploie moins de temps à monter qu'à descendre. J'ai trouvé par un grand nombre d'observations vers les sysigies, que la différence de ces temps est d'environ un quart-d'heure à Brest. La comparaison d'un grand nombre d'observations des quadratures, m'a conduit au même résultat; ensorte que les marées des sysigies et des quadratures, ne m'ont présenté, à cet égard, aucune différence sensible.

Dans le recueil des observations des marées faites à Brest au commencement de ce siècle, et dont j'ai tiré les résultats précédens, je n'ai point trouvé d'observations relatives à la loi suivant laquelle la mer s'élève et s'abbaisse. On a bien voulu, à ma prière, en faire durant six jours vers les sygisies de l'équinoxe du printemps de cette année 1790. Ces observations se rapportent aux 29, 30 et 31 mars, et aux 13, 14 15 avril suivans, la lune ayant été pleine le 30 mars, et nouvelle le 14. Dans ces observations on a suivi chaque jour la hauteur de la mer, de quart-d'heure en quart-d'heure. Pour

en tirer un résultat moyen, j'ai pris d'abord une hauteur moyenne entre les douze hauteurs correspondantes aux basses-mers du matin et du soir dans les six jours d'observations ; c'est à cette hauteur que j'ai fixé le zéro de l'échelle. J'ai pris ensuite un intervalle moyen entre les intervalles des basses-mers du matin, aux secondes observations de chaque jour. J'ai pris semblablement, entre les six hauteurs correspondantes à ces observations, une hauteur moyenne dont jai retranché la hauteur moyenne de la basse-mer.

J'ai pris encore un intervalle moyen entre les intervalles des basses-mers du matin, aux troisièmes observations de chaque jour. J'ai pris semblablement entre les six hauteurs correspondantes à ces observations, une hauteur moyenne dont j'ai retranché la hauteur moyenne de la basse-mer.

En continuant ainsi, j'ai formé la table suivante, dans laquelle j'ai fixé l'origine du temps au *maximum* de la marée, ensorte que les temps antérieurs à ce *maximum* sont négatifs. Pour avoir l'intervalle de ce *maximum* à l'instant moyen de la basse mer du matin, j'ai pris un milieu entre les intervalles de la basse-mer du matin, à la pleine-mer de de chaque jour. La première colonne de la table, marque le temps ; la seconde colonne marque les hauteurs observées correspondantes aux temps. Pour abréger, je n'ai marqué ces hauteurs que de demi-heure en demi-heure. La troisième colonne renferme les hauteurs calculées, en supposant la loi de décroissement des hauteurs de la marée, depuis le *maximum*, proportionnelle au cosinus du produit de 360° par la distance de l'instant pour lequel on calcule la hauteur à l'instant du *maximum*, et divisé pour l'intervalle compris entre les deux basses-mers. C'est à très-peu près, la loi de décroissement qui, suivant la théorie, doit avoir lieu vers les sysigies. Enfin, la quatrième colonne renferme l'excès des hauteurs calculées sur les hauteurs observées.

TABLE IX

TEMPS des HAUTEURS OBSERVÉES.	HAUTEURS OBSERVÉES.	HAUTEURS CALCULÉES.	DIFFÉRENCE
Minutes.	Lignes.	Lignes.	Lignes.
— 358,08..............	11,0...........	5,5...........	— 5,5
— 330,91. bar. du matin.	67,5...........	68,8...........	1,3
— 300,91..............	216,0...........	216,6...........	0,6
— 270 91..............	449,8...........	436,8...........	— 13,0
— 240 91..............	72[illegible],5...........	715,2...........	— 11,3
— 210,91..............	1041,5...........	1033,6...........	— 7,9
— 180,91..............	1372,5...........	1371,4...........	— 1,1
— 150,91..............	1[illegible],2...........	1706,8...........	10,6
— 120,91..............	2007,0...........	2017,5...........	10,5
— 90,91..............	22[illegible]9,7...........	228[illegible],0...........	1[illegible],3
— 60 91..............	2472,2...........	2488,4...........	1[illegible],2
— 30,91..............	2605,8...........	2617,9...........	12,1
— 0,91..............	2661,2...........	2663,7...........	2,5
0,00. . . . *maximum*.	2663,8...........	2663,8...........	0,0
29,09..............	2609,2...........	2623,1...........	13,9
59,09..............	2468,7...........	2498,6...........	2[illegible],9
89,09..............	2262,5...........	2296,3...........	33,8
119,09..............	2002,3...........	2035,2...........	32,9
149,09..............	1720,7...........	1726,5...........	5,8
179,09..............	1[illegible]23,5...........	1392,1...........	— 31,4
209,09..............	1114,5...........	1053,8...........	— 60,7
239,09..............	832,8...........	733,6...........	— 99,2
269,09..............	570,8...........	452,1...........	— 118,7
299,09..............	33[illegible],8...........	227,9...........	— 108,9
329,09..............	148,0...........	75,4...........	— 72,6
359, 9..............	2[illegible],5...........	4,5...........	— 20,0
379,50. bar. du soir..	—11,0		

Dans cette table; 1°. l'intervalle entre les basses-mers, est de $12^h\ 17'\ 58''$, et par l'article XXIX, il doit être de $12^h\ 18'\ 20''$, ce qui s'accorde aussi bien qu'on puisse le desirer. L'instant de la pleine mer est de $21'$ environ plus près de la basse-mer du matin que de la basse-mer du soir, ce qui diffère peu d'un quart-d'heure, que j'ai trouvé par la comparaison d'un grand nombre d'observations, pour l'excès du temps que la mer met à monter, sur celui qu'elle met à descendre. 2°. Le niveau de la basse-mer du soir est un peu au-dessous de celui de la basse-mer du matin, comme cela doit être; parce que les niveaux de la basse-mer vont en baissant, à mesure que l'on approche du *maximum* de la marée, qui n'a eu lieu qu'après les observations de la table précédente. 3°. Il y a peu de différence en général, entre les hauteurs calculées et les hauteurs observées, excepté vers la fin de la marée descendante; ce qui confirme ce que nous avons dit ci-dessus, savoir, que la marée sur les côtes, ne s'abbaissant que par sa pesanteur, cet abbaissement doit être un peu plus lent que suivant la théorie.

Ayant reçu les observations précédentes, faites environ quatre-vingts ans après celles dont j'ai fait usage pour obtenir la formule de l'article XXXIX, j'ai été curieux d'y comparer cette formule; car il est possible que par la suite des temps, les phénomènes des marées changent dans un port, en vertu des changemens que la nature et l'art peuvent opérer dans ce port. Mais je n'ai point remarqué entre l'observation et le calcul, de différences qui ne puissent être attribuées aux erreurs des observations.

MÉMOIRE

Sur les différens états du sulfate de mercure, sur la précipitation de ce sel par l'ammoniaque, et sur les propriétés d'un nouveau sel triple, ou du sulfate ammoniaco-mercuriel.

PAR ANTOINE-FRANÇOIS FOURCROY.

J'AI annoncé, dans mon mémoire sur la réaction des oxides métalliques et de l'ammoniaque, que je m'occuperois en particulier de l'oxide de mercure et de la précipitation de ce métal, dissous dans les acides par cet alcali. Les faits relatifs à cette précipitation sont si nombreux, que je me trouve obligé de les partager en plusieurs mémoires. D'ailleurs, les phénomènes de cette précipitation tenant à l'état des dissolutions du mercure, et celui-ci n'ayant pas encore été apprécié avec toute l'exactitude qu'on peut mettre aujourd'hui dans ce travail, je me suis trouvé engagé dans des recherches très-multipliées sur ces dissolutions : le résultat des expériences que j'ai faites sur les combinaisons salines de mercure fert donc une partie importante des mémoires que je me propose de donner à l'Académie sur cet objet. Dans celui-ci je m'occuperai des phénomènes de la dissolution sulfurique, des différens états du sulfate de mercure, et de sa décomposition par l'ammoniaque.

§. I.

Des différens sulfates de mercure.

Les chimistes n'ont pas, à beaucoup près, déterminé avec exactitude ce qui se passe dans l'action réciproque du mercure et de l'acide sulfurique, et sur-tout les différens résultats de la combinaison de ces deux corps. La préparation du *turbith minéral*, la nature et les différences de celui-ci les ont cependant frappés il y a long-temps. On se souvient de l'opinion de Rouelle sur cette préparation, qu'il regardoit avec raison comme un sel mercuriel, avec le moins d'acide possible. On trouve de très bons détails sur la combinaison de l'acide sulfurique et du mercure dans le second volume de la *chimie expérimentale et raisonnée* de M. Baumé. Mais avant la découverte de la nature de l'acide sulfurique et de sa décomposition par les corps combustibles, il étoit impossible d'apprécier les changemens que le mercure éprouve dans sa combinaison avec cet acide, et sur-tout la diversité que ce sel mercuriel présente, suivant la manière dont il a été préparé.

M. Lavoisier a prouvé, dans les mémoires de l'Académie, en 1777, 1°. que le mercure, aidé par l'action de la chaleur, enlève à l'acide sulfurique une portion de son oxigène, dégage du gaz acide sulfureux, s'oxide lui même et s'unit à la portion de cet acide non décomposée; 2°. qu'en chauffant fortement le sulfate de mercure blanc, on en dégage du gaz acide sulfureux, de l'air vital, et que la plus grande quantité du mercure repasse à l'état métallique; mais il n'a pas pu apprécier, par cette expérience, les quantités de soufre et d'oxigène contenues dans l'acide sulfurique, et comme son but n'étoit que de reconnoître par l'analyse de cet acide la présence du soufre et de l'oxigène qui le

constituent, il n'a pas décrit tous les phénomènes de cette combinaison.

En cherchant à déterminer avec exactitude l'action de l'ammoniaque sur le sulfate de mercure, je me suis bientôt apperçu que cette réaction varioit singulièrement suivant l'état de ce sel neutre, et j'ai vu qu'il m'étoit impossible d'en saisir convenablement les différences, sans avoir reconnu auparavant, par des recherches exactes, les diverses modifications du sulfate de mercure. Les expériences que ce travail a exigées ont été très-nombreuses. Il seroit superflu de les décrire toutes ici. Je me bornerai donc à en exposer les résultats généraux, et à présenter quelques considérations nouvelles sur la dissolution de mercure par l'acide sulfurique. Ces détails offriront quelques faits déjà indiqués par plusieurs chimistes; mais la liaison de ces faits avec les expériences qui me sont propres, et les données nouvelles qu'ils m'ont fournies, mettront à cet égard une différence assez grande entre ce qu'ils ont dit et ce que je dirai moi-même, pour qu'il me soit permis de croire que ce ne sera point une simple répétition.

La principale cause des variétés que présentent le sulfate de mercure et ses dissolutions, dépend de la quantité d'acide sulfurique relative à celle du mercure, et de la proportion d'oxigène que celui-ci contient. Ces différences tiennent moins aux doses d'acide et de mercure que l'on unit, qu'à la chaleur qu'on emploie pour les unir. En effet, la quantité d'une partie du mercure coulant, et d'une partie et demie d'acide sulfurique que l'on prend ordinairement, donne naissance à des composés très-variés, suivant le procédé que l'on suit pour les unir, la température à laquelle on les élève, et le temps plus où moins long pendant lequel on les chauffe.

I.

I.

Une once de mercure coulant, et une once et demie d'acide sulfurique concentré au point de peser 7 gros $\frac{1}{2}$ plus que l'eau distilée sous le volume d'une once, chauffées jusqu'à l'ébulition dans une cornue, donnent du gaz acide sulfureux. Dans cette opération, l'attraction du mercure pour l'oxigène, qui, à la température ordinaire, est plus foible que celle de ce principe pour le soufre, s'élève, pour ainsi dire, comme la chaleur, et le mercure décompose l'acide sulfurique, lui enlève de l'oxigène, et en fait passer une partie à l'état d'acide sulfureux. Si on arrête l'opération lorsque le mercure est changé en une masse blanche, mais non desséchée, et lorsqu'il reste encore une portion liquide à la surface de cette masse, le sel contient de l'acide sulfurique à nu, il est âcre et corrosif, il rougit les couleurs bleues végétales; il ne jaunit point par le contact de l'air; l'eau froide ou chaude ne le convertit point en *turbith minéral*, pourvu qu'on ait la précaution d'en séparer d'abord l'acide, car sans cela il jauniroit par l'effet de la chaleur produite dans la réaction de l'eau et de l'acide. Je le nomme *sulfate acide de mercure.* Ce sel ne pourroit pas former l'oxide jaune de mercure, ou le *turbith minéral.* Il faut chauffer et dessécher plus la masse pour y parvenir.

II.

Ce sulfate acide de mercure, peut contenir des doses très-différentes d'acide sulfurique, suivant qu'on en a employé plus ou moins, et selon qu'on en a dégagé plus ou moins par l'action du feu; il est en général d'autant plus dissoluble dans l'eau, qu'il contient plus d'acide, comme l'ont déjà dit les chimistes; mais ce qui a échappé à leurs recherches, c'est que si on le lave avec beaucoup moins d'eau distillée

qu'il n'en faudroit pour le dissoudre complettement, et si l'on emploie cette eau froide à petites doses jusqu'à ce qu'elle ne rougisse plus le papier bleu le plus sensible, coloré par le tournesol, il reste un sel blanc qui n'est plus acide, qui est au contraire très-neutre, et que je nomme simplement *sulfate de mercure*. L'eau des lavages emporte beaucoup de ce sel, en même-temps que la portion d'acide sulfurique libre.

I I I.

C'EST de ce sel neutre pur qu'il est important de déterminer les propriétés. Une once de mercure, traité par une once et demie d'acide sulfurique concentré, donne une once deux gros quinze grains de ce sel. Il est très-blanc, cristallisé en lames et en prismes très-fins, sa saveur n'est pas très-âcre; il demande 500 parties d'eau à 10 degrés pour se dissoudre. Lorsqu'elle est bouillante, il n'en demande que 287. Sous sa forme sèche et cristalline, il contient au quintal, 12 d'acide sulfurique, 75 de mercure, 8 d'oxigène et 5 d'eau. Le mercure y est combiné avec 5 parties d'oxigène, l'eau froide et chaude le dissout tout entier sans le décomposer. Tous les alcalis caustiques, l'eau de chaux, le précipitent en gris noir. M. Baumé avoit déjà fait la même remarque sur la seconde lessive du turbith minéral.

I V.

EN ajoutant de l'acide sulfurique à ce seul bien neutre, on le met dans l'état du premier sel décrit n° 1, et sa solubilité croît, dans de certaines proportions relatives à cette quantité ajoutée d'acide sulfurique. $\frac{1}{12}$ de cet acide le rend soluble dans le rapport de 1 à 157 parties d'eau à la température de 10 dégrés, et dans celui de 3 à 100, si l'eau est bouillante.

V.

Pour déterminer la quantité d'acide sulfurique excédent au sulfate de mercure neutre, on dissout une dose connue de ce sel avec excès d'acide, dans l'eau distilée ; on précipite moitié de cette dissolution par suffisante quantité de nitrate de baryte, on recueille le précipité (1). On décompose l'autre moitié par la potasse ou la soude caustique, et l'on sépare le précipité, que l'on fait sécher au même feu que le précédent ; on fait les deux décompositions sur des doses égales d'une dissolution de sulfate de mercure bien neutre. On juge par le poids comparé du sulfate de baryte et de l'oxide de mercure dans l'une et l'autre opération, de la quantité respective d'acide sulfurique, et conséquemment, de l'excès de cet acide dans le premier de ces sels. Ce moyen est aussi très-propre à faire connoître combien il y a d'acide sulfurique décomposé dans la dissolution de mercure ; car, s'il reste de l'acide sulfureux dans le sulfate de mercure, on conçoit que la quantité de cet acide gazeux et liquide qui a passé dans l'opération, ne peut pas donner exactement le résultat qu'on cherche ; mais la précipitation de ce sel par le nitrate barytique, la même précipitation du gaz dissous dans l'eau, pour déterminer la proportion d'acide sulfurique qui auroit pu être volatisée en même-temps que l'acide sulfureux donnent sans erreur ce résultat.

V I.

Quoique l'acide sulfurique adhère avec une certaine force au sulfate de mercure, cependant on peut s'en séparer en lavant la masse avec une quantité d'eau plus petite que celle qui seroit nécessaire pour dissoudre la totalité du sel

(1) L'acide sulfureux ne décompose pas le nitrate et le muriate de baryte.

avec excès d'acide. J'ai déjà indiqué ce moyen pour obtenir le sulfate de mercure neutre; mais je n'ai point insisté sur la manière dont l'eau agit sur le sel avec excès d'acide; $\frac{1}{12}$ d'acide de plus le rend soluble dans 157 parties d'eau froide, tandis qu'il en faut 500 pour le dissoudre dans l'état neutre, de sorte que dans chaque portion de cette dissolution acide, il y a 11 parties de sulfate de mercure pur, et une partie d'acide sulfurique presque libre.

Mais ces proportions changent, si, au lieu d'employer en une fois les 157 parties d'eau froide nécessaire pour dissoudre ce sel acide, on n'y appliquoit d'abord que le quart de cette quantité du dissolvant. Cette fraction d'eau n'enlève pas seulement le quart du sel et le quart de l'acide, comme le raisonnement sembleroit l'indiquer; mais elle dissout tout l'acide excédent qui se trouve alors plus dense que s'il étoit étendu de 157 parties d'eau nécessaire à la dissolution totale, emporte avec lui beaucoup plus de sulfate de mercure, forme un sulfate mercuriel avec plus d'excès d'acide; mais aussi, la portion de ce sel restant après cette première lessive, exige alors 500 fois son poids d'eau pour être dissoute, parce que ce sel est bien neutre. On voit donc que l'eau, employée à petites doses sur du sulfate de mercure acide, enlève une portion de sel tel que celui-ci contient plus d'acide excédent, par rapport à sa quantité, que n'en contient toute la masse. Pour rendre ce phénomène plus facile à saisir, je vais décrire une expérience de cette nature. Un gros de sulfate de mercure avec excès d'acide, et formé de 66 grains de sel bien neutre et de 6 grains d'acide sulfurique concentré, se dissout en entier dans 157 gros d'eau distillée froide, appliquée tout-à-la-fois à ce sel. Dans une seconde expérience, au lieu d'employer les 157 gros, j'ai versé, sur un gros du même sel, 40 gros d'eau distillée froide, ou, à-peu-près, le quart de la quantité nécessaire pour le dissoudre. Il y a eu le tiers du sel, ou 24 grains dissous, et ces 24 grains étoient formés de 6 grains d'acide sulfurique, et de 18 grains

de sulfate de mercure neutre, les 48 grains restans ne contenoient plus d'excès d'acide, et il a fallu 500 parties d'eau pour le dissoudre ; de sorte que tout le sel a employé alors 573 $\frac{1}{2}$ gros pour être dissous en deux fois, tandis que 157 gros auroient sufii pour cette dissolution, si on les avoit employés tout-à-la-fois. Ainsi, l'eau employée en très-petite quantité sur le sulfate de mercure, avec excès d'acide, se charge d'abord de cet excès, et enlève une portion du sel neutre plus considérable, relativement à la quantité d'acide : mais lorsque tout l'excès d'acide est enlevé par cette première portion d'eau, le sulfate de mercure restant neutre, rentre dans la classe d'un sel bien moins dissoluble, et la proportion de sa dissolubilité décroit comme la quotité de son acide excédent.

VII.

Dans la préparation du turbith minéral, on obtenoit cet acide métallique dans différens états, et jouissant de couleurs variées, depuis le jaune pâle jusqu'au jaune orangé, sans qu'on ait pu se rendre compte de ces différences, et conduire conséquemment l'opération de manière à avoir toujours la même nuance et la même nature de composé. C'est sans doute pour cela que les médecins ont renoncé à son usage. J'ai fait un grand nombre d'expériences pour déterminer la nature et les variétés de cette préparation ; je choisirai celle dont les résultats sont plus immédiatement applicables à l'objet dont je m'occupe dans ce mémoire.

1°. Tant qu'on ne chauffe pas fortement ou très-long-temps le mélange de mercure et d'acide sulfurique, et qu'on n'évapore pas entièrement l'excès de tout acide, la masse reste blanche, se cristallise, se dissout facilement et complettement dans l'eau sans prendre de couleur jaune, à moins qu'on ne la fasse bouillir long-temps dans une grande quantité d'eau ; de sorte qu'on ne parviendroit jamais à faire

du *turbith minéral* par ce procédé ; mais si l'on évapore tout l'acide, si l'on chauffe beaucoup, on obtient une masse un peu jaune, sur-tout au fond du vaisseau, sans forme régulière, et qui prend promptement une couleur d'un beau jaune par le contact de l'eau.

2°. L'eau froide versée sur cette dernière masse, lui donne une couleur d'un jaune verdâtre ; l'eau bouillante la rend d'un beau jaune pur et sans mélange de vert ; l'alcool jaunit aussi cette masse, mais moins encore que l'eau froide.

3°. Quelques chimistes ont pensé que le turbith minéral n'étoit qu'un oxide de mercure, et qu'il ne contenoit pas d'acide sulfurique ; mais l'opinion de Rouelle, sur cette matière, est confirmée par mes expériences ; car, en traitant le turbith le plus lavé et le plus desséché par l'acide muriatique, la dissolution précipite du sulfate de Baryte, à la vérité beaucoup moins que le sulfate de mercure neutre dont nous avons parlé plus haut ; je l'appellerai donc *sulfate de mercure avec excès d'oxide*, ou *sulfate de mercure jaune.*

4°. Pour apprécier le changement qu'éprouve le sulfate de mercure neutre en passant, à l'aide de la chaleur, de cet état à celui de *turbith*, j'ai chauffé fortement le premier dans une cornue de porcelaine ; il s'en est dégagé d'abord de l'eau, et ensuite de l'acide sulfureux, puis de l'air vital ; enfin le mercure a passé coulant au moment où l'acide sulfureux a été dégagé. Le sel rouge de feu se fond et prend une couleur purpurine très-brillante. Je m'en suis assuré en le chauffant plusieurs fois, jusqu'à ce point, dans des cornues de verre ; mais celles-ci ne peuvent pas suffire pour le décomposer entièrement, en séparer l'air vital, et en réduire le mercure. Si l'on arrête cette opération avant qu'il se dégage de l'air vital et après la volatilisation de l'acide sulfureux, on a du *turbith minéral.*

5°. Ce turbith ou sulfate de mercure jaune traité par l'acide nitrique, se dissout ; est en particulier décomposé, et donne du nitrate de mercure, tandis que le sulfate de mercure neutre

n'est point du tout altéré par cet acide, qui le dissout. Plus le turbith a été échauffé et est devenu jaune, plus l'acide nitrique le décompose, et plus il forme de nitrate de mercure.

6°. Le sulfate de mercure avec excès d'oxide, traité par l'acide muriatique chaud, donne du muriate de mercure corrosif, tandis que le sulfate de mercure ne donne que du muriate de mercure doux avec cet acide.

7°. Le sulfate de mercure blanc avec excès d'oxide, ou la masse préparée pour le turbith, n'est presque pas jaunie par l'eau qu'on a fait long-temps bouillir auparavant, et qu'on a laissé refroidir dans le vide; si l'on verse dans ce sel, de l'eau encore bouillante, il jaunit même dans le vide.

8°. Le turbith ou sulfate de mercure jaune, préparé avec l'eau froide, et bien desséché, augmente de poids: le contact de l'air humide convertit en turbith, et rend plus pesant le sulfate de mercure avec excès d'acide, ou la masse sulfurique mercurielle.

9°. Le turbith, quoique regardé jusqu'ici, presque généralement comme insoluble, se dissout dans un peu plus de 2000 parties d'eau distillée, à 10 degrés, et dans 600 parties d'eau distillée bouillante: la dissolution est blanche et sans couleur, quoique le sel soit jaune (1).

---

(1) Dans toutes ces expériences sur la masse sulfurique mercurielle, il est nécessaire d'écarter soigneusement les globules de mercure coulant qui se trouvent souvent mêlés au sulfate de mercure, parce que ce métal réagit à l'aide de la chaleur de l'eau, et même seulement de la trituration sur le sulfate de mercure; en modifie l'état, en change la nature et les proportions, en partageant une portion de son oxigène, et fait varier les résultats que j'ai indiqués. Du turbith ou sulfate de mercure avec excès d'oxide jaune, mêlé d'un peu de mercure coulant, et chauffé avec beaucoup d'eau distillée, devient noirâtre, et les globules de mercure disparoissent à mesure qu'en enlevant de l'oxigène à l'oxide de mercure jaune, ils passent eux-mêmes et font passer celui-ci à l'état d'oxide noir, dans tous les points duquel les proportions sont les mêmes, et l'équilibre existe. Pour éviter cet inconvénient, nous avons souvent préparé les sulfates de mercure avec le nitrate de ce métal et l'acide sulfurique.

10°. Il résulte des expériences décrites sur la conversion des sulfates de mercure blancs, avec ou sans excès d'acide, en sulfate de mercure jaune avec excès d'oxide, et sur les propriétés de ce dernier, qu'il diffère des premiers, en ce qu'il contient plus d'oxigène et moins d'acide : dans tous les cas, où il se forme aux dépens des premiers, on ajoute toujours de l'oxigène atmosphérique par la chaleur, soit en absorbant l'oxigène atmosphérique, soit en enlevant l'air uni à l'eau : le sulfate du mercure jaune diffère donc des deux premiers, 1°. en ce qu'il contient beaucoup plus d'oxide de mercure; 2°. en ce que l'oxide de mercure y contient plus d'oxigène. Je puis donc le nommer sulfate avec excès de mercure, ou sulfate de mercure jaune.

VIII.

Tout ce que j'ai présenté jusqu'ici (I à VII) sur la combinaison de l'acide sulfurique et du mercure, me porte à distinguer trois sulfates de mercure, différens l'un de l'autre; savoir, 1°. le sulfate de mercure pur ou neutre; il cristallise en prismes; il est dissoluble dans 500 parties d'eau froide; il est précipité en gris par la chaux et les alcalis fixes; l'acide nitrique ne le décompose pas; l'acide muriatique le change presque tout en mercure doux.

3°. Le sulfate de mercure avec excès d'oxide; il est jaune, plus ou moins vif, dissoluble dans 2000 parties d'eau, précipitable en gris par les alcalis; il est décomposable, en grande partie, par l'acide nitrique; l'acide muriatique le convertit presqu'entièrement en muriate oxigèné de mercure, ou sublimé corrosif. Un quintal de ce sel, ou turbith minéral, contient 10 parties d'acide sulfurique, 76 de mercure, 11 d'oxigène, et 3 d'eau,

§. II,

§. II.

Décomposition des différens sulfates de mercure, par les alcalis, en général, et par l'ammoniaque, en particulier.

I.

Quoique les différences que nous avons indiquées dans les trois espèces de sulfates de mercure que nous avons distinguées, fassent naître, dans leur précipitation par les alcalis, des phénomènes réellement particuliers à chacun d'eux, l'ammoniaque, en rentrant dans cette classe, présente cependant une analogie d'effet qui est très-remarquable, qui tient à sa nature et à sa manière générale d'agir sur les oxides métalliques. La potasse, la soude et la chaux, précipitent le sulfate de mercure bien neutre, en gris assez foncé, et le sulfate acide de mercure, en gris orangé. On seroit tenté de croire, d'après ces expériences faites, que le sulfate de mercure neutre contient un oxide noir, et le sulfate acide, un oxide de mercure jaune orangé : mais un grand nombre de faits nous ayant prouvé que les oxides métalliques quelconques, donnent aux acides une couleur semblable à celle qu'ils ont eux-mêmes, il est certain que l'oxide de mercure est blanc dans toutes les dissolutions sulfuriques. Il faut donc, d'après ce principe, que dans la précipitation du sulfate de mercure neutre par les alcalis fixes caustiques, l'oxide de mercure repasse du blanc au noir, en perdant une portion de son oxigène; et qu'au contraire, dans la précipitation du sulfate acide de mercure par les mêmes réactifs, l'oxide de mercure passe du blanc au jaune, en absorbant plus d'oxigène qu'il n'en contenoit. On pourra se contenter de l'énoncé de ces faits, pour les regarder comme bien contestés, si le principe posé est exact; mais il faut rechercher si l'on ne peut pas trouver la cause de ces deux phénomènes opposés.

Cette recherche peut d'ailleurs jetter le plus grand jour sur la précipitation de ces sels par l'ammoniaque ; ce qui doit nous occuper spécialement dans ce mémoire. Je n'ai pas trouvé la cause du premier phénomène, et je ne sais point quelle peut être la raison de la décomposition de l'oxide blanc, de son passage à l'état d'oxide noir, et de la séparation d'une partie de l'oxigène ; mais je sais que ce passage tient à la nature des alcalis caustiques, puisque ces sels dissous dans l'eau, et versés sur des oxides de mercure rouges, orangés et jaunes, les font repasser au noir, à la vérité, à l'aide du temps et de la chaleur. Peut-être en trouveroit-on la véritable cause, quand on reconnoîtra la nature des alcalis fixes ; quant au second phénomène, il est plus aisé à apprécier. Lorsqu'on mêle un alcali fixe caustique, à une dissolution de sulfate acide de mercure, cet alcali, en l'unissant d'abord à l'acide libre, dégage beaucoup de calorique qui augmente tout-à-coup l'attraction de l'oxide de mercure blanc pour l'oxigène, et qui dispose cet oxide à absorber de l'oxigène en l'enlevant, soit à l'acide, soit à l'eau, soit à l'atmosphère.

I I.

L'ammoniaque, mêlée aux différens sulfates de mercure, les précipite tous en gris plus ou moins foncé. Ainsi on reconnoît, dans l'action générale de ce réactif, la propriété d'enlever de l'oxigène à l'oxide de mercure, et de le rapprocher de l'état métallique; mais cette action est accompagnée ou suivie de phénomènes différens, suivant l'état du sulfate de mercure, comme nous le dirons dans les articles suivans. Ajoutons à cela, que dans tous les cas où l'ammoniaque décompose les sulfates de mercure, et en précipite un oxide gris, celui-ci est toujours moins abondant que lorsqu'il a été formé par la chaux ou par les alcalis fixes caustiques. Cette quantité moindre des précipités, obtenus des sulfates de mercure par l'ammoniaque, annonce que cette espèce d'alcali

ne sépare point tout l'oxide de mercure uni à l'acide sulfurique. C'est spécialement dans cette proportion différente d'oxide de mercure précipité ou non précipité, dans divers sulfates par l'ammoniaque, que consiste la diversité d'action de cet alcali sur ces sels métalliques.

I I I.

Lorsque l'on verse de l'ammoniaque dans une dissolution de sulfate de mercure neutre, et bien pur, on obtient un précipité gris très abondant, qui, exposé sur son filtre aux rayons du soleil, se réduit, en partie, en mercure coulant; une autre portion de ce précipité reste en poudre grise foncée, sans se réduire ; cette dernière se dissout complettement dans l'ammoniaque. Ce dépôt, composé d'oxide de mercure noir, et réductible par le contact des rayons du soleil, et d'un sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel dont nous allons parler, n'a lieu, ou ne se présente dans cet état, et ainsi mélangé, que lorsqu'on ne met que très-peu d'ammoniaque dans la dissolution de sulfate de mercure bien neutre. Si, au contraire, on met beaucoup de cet alcali dans la dissolution, on a un précipité moins abondant, mais beaucoup plus noir, et qui se réduit complettement par le contact de la lumière, et sur-tout lorsqu'on l'expose aux rayons du soleil. La liqueur qui surnage ce précipité si réductible, contient un sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel plus abondant que dans le premier cas. Voici la cause de la différence de ces deux phénomènes, que nous avons reconnue par beaucoup d'expériences. L'ammoniaque ne décompose jamais qu'une partie du sulfate de mercure : lorsqu'elle a saturé une portion de son acide sulfurique, et séparé une partie de l'oxide de mercure qu'elle a de l'oxide en le précipitant, le sulfate d'ammoniaque s'unit au sulfate mercuriel non décomposé, et forme un sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel, qui est peu soluble lorsqu'il est bien

neutre et sans excès d'ammoniaque, et qui prend beaucoup de solubilité lorsqu'il contient un excès d'ammoniaque. On voit donc comment, si l'on ne met que peu d'ammoniaque, l'oxide de mercure noir qui se dépose, se trouve mêlé d'une portion de sulfate ammoniaco-mercuriel indissoluble; si, au contraire, on ajoute plus d'ammoniaque qu'il n'en faut pour former la portion de sulfate ammoniacal qui peut s'unir en trisule avec le sulfate mercuriel restant, ce sel triple reste en dissolution, le précipité est de l'oxide de mercure noir, et réductible par la lumière. On reconnoît encore ici comment le précipité, mélangé d'oxide de mercure et de trisule de sulfate ammoniaco-mercuriel, est réduit au premier de ces corps par l'action d'une certaine quantité d'ammoniaque versée sur le mélange; puisque cette ammoniaque redissout facilement le trisule, il n'est pas besoin d'insister ici longtemps sur la propriété dont jouit l'ammoniaque, de réduire l'oxide de mercure et de lui enlever de l'oxigène. C'est une action générale de cet alcali, que M. Berthollet a le premier appréciée par des expériencrs ingénieuses, et sur laquelle j'ai beaucoup parlé dans un mémoire, lu il y a un an à l'Académie, qui étoit destiné à servir d'introduction à celui-ci, et dans lequel j'ai annoncé les expériences que je décris actuellement; j'ai prouvé que, comme l'avoit annoncé M. Berthollet dans ses mémoires sur la nature de l'ammoniaque, sur l'or et sur l'argent fulminant, que l'ammoniaque est décomposée par les oxides métalliques qu'elle décompose en même-temps; que son hydrogène se porte sur l'oxigène des oxides, et forme de l'eau, tandis que les métaux passent à un état plus ou moins métallique, et que l'azote, second principe composant de l'ammoniaque, se dégage libre et isolé. Mais, ce qu'il est nécessaire de remarquer ici, c'est que sans chaleur accessoire, sans inflammation, sans détonnation, et au milieu des liquides, l'ammoniaque enlève l'oxigène à l'oxide blanc de mercure, et le rapproche tellement de l'état de mercure, qu'il suffit ensuite de l'exposer aux

rayons du soleil, pour qu'il se réduise en mercure coulant. Aucun métal ne présente une réduction aussi facile, aussi prompte et aussi frappante. Je puis encore faire connoître ici une expérience qui prouve ces assertions d'une manière directe. Si, au lieu de décomposer le sulfate de mercure neutre dans l'eau, on verse de l'ammoniaque sur ce sel solide et bien sec, on observe une effervescence vive, accompagnée d'un bruit semblable à celui d'un fer rouge que l'on plonge dans l'eau, et produite par du gaz azote qui se dégage. Il se dépose en même-temps, au fond de l'ammoniaque, une poudre très-noire peu abondante, mais entièrement et promptement réductible en mercure coulant, par le contact de la lumière. L'ammoniaque surnageante contient un sel triple ou sulfate ammoniaco mercuriel : il n'est pas nécessaire de faire observer combien ces différences ajoutent de force à la doctrine chimique moderne, dont il semble aujourd'hui que la destinée est de recevoir un nouvel appui par les objections mêmes de ses adversaires, et dont les fondemens sont actuellement inébranlables, par les découvertes de tous les physiciens de l'Europe.

I V.

Après avoir prouvé, dans les deux articles précédens, que l'ammoniaque ne décompose pas complettement le sulfate de mercure neutre, comme le font les autres matières alcalines ; après avoir indiqué qu'il se forme, par cette décomposition partielle, un sel triple ou sultate ammoniaco-mercuriel qui, dans le cas où l'on ne met que peu d'ammoniaque, se précipite en partie, et reste au contraire entièrement en dissolution lorsqu'on met une suffisante quantité d'ammoniaque ; comme c'est ce trisule, formé par le même acide, uni à-la-fois à l'alcali volatil et à l'oxide de mercure, qui doit intéresser spécialement les chimistes, il est nécessaire de décrire ici les propriétés qu'il a présentées dans son examen.

Pour obtenir ce sel sous une forme régulière et cristalline, il faut évaporer sa dissolution, soit spontanément à l'air, soit par une chaleur douce : ainsi, lorsqu'on a précipité du sulfate de mercure neutre par l'ammoniaque, mise en assez grande quantité pour n'avoir, par la précipitation, que de l'oxide noir et entièrement réductible, sans mélange de sel neutre, et pour avoir un excès de cet alcali, la liqueur laissée à l'air dépose, au bout de quelques heures, sur les parois du vase, des cristaux très-brillans, polygones très-durs, dont les plus petits se rassemblent en même-temps à la surface de la liqueur, et y forment une pellicule blanche et chatoyante. Ce dépôt de cristaux continue jusqu'à ce que la plus grande partie de l'ammoniaque libre soit volatilisée : on a le même phénomène, si l'on dissout dans l'ammoniaque la portion de sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel précipitée en même-temps que l'oxide noir de mercure, dans le cas où on n'a mêlé que peu d'ammoniaque ou sulfate de mercure neutre. La séparation de ce sel en cristaux réguliers, est manifestement due à la volatilisation de l'ammoniaque qui le tenoit en dissolution : si, au lieu de laisser déposer spontanément des cristaux par le contact de l'air, on ajoute à cette dissolution une grande quantité d'eau distillée, elle devient tout-à-coup blanche, laiteuse et opaque; il s'en précipite une poussière blanche, qui est un sel triple comme le sel cristallisé, mais qui n'offre pas de cristaux, parce que sa séparation se fait trop promptement : cet effet tient à ce que l'ammoniaque a plus d'attraction pour l'eau que l'on ajoute, que pour le sel triple; et à ce que les molécules de cet alcali sont plus écartées et plus divisées qu'elles ne l'étoient. Si, après avoir précipité cette dissolution par l'eau, on fait évaporer lentement la liqueur, on obtient un sel lamelleux, brillant, d'une saveur piquante et austère qui n'est presque que du sulfate ammoniacal. Par quelque procédé qu'on sépare ce trisule de l'eau qui le tient en dissolution, les dernières portions qu'on en obtient ne sont que du sulfate

ammoniacal presque pur. Ce phénomène indique que l'ammoniaque, en décomposant une partie du sulfate de mercure neutre, forme plus de sulfate ammoniacal qu'il n'en faut pour porter à l'état de trisule la portion de sulfate de mercure non décomposée. Nous en avons trouvé la raison en recherchant les proportions des principes qui constituent le sulfate ammoniaco-mercuriel; nous avons reconnu que ce sel contient plus d'oxide de mercure, que le sulfate métallique seul n'en contenoit. Il faut donc, pour constituer ce trisule, que l'ammoniaque sature plus d'acide sulfurique, et forme plus de sulfate d'ammoniaque qu'il n'en faut pour se combiner avec le sulfate de mercure non décomposé : quant au sulfate ammoniaco-mercuriel que l'on obtient par la cristallisation, ou qu'on sépare en étendant sa dissolution par beaucoup d'eau, l'un et l'autre, quoique paroissant différens, sont réellement de même nature; le premier retient seulement un peu d'ammoniaque libre, et conserve long-temps la propriété de verdir les couleurs bleues; ce qui dépend de ce qu'il cristallise au milieu d'une liqueur qui en contient en excès, comme nous l'avons dit. Il résulte de toutes ces observations, qu'il n'y a qu'un seul trisule ou sulfate ammoniaco-mercuriel, et non trois espèces, comme on pourroit le croire d'après les phénomènes décrits ci-dessus, puisque le premier, obtenu par la cristallisation, contient un grand excès de sulfate ammoniacal. Ce sel triple cristallise en trop petites molécules pour qu'il nous ait été possible d'en déterminer la forme. Il a une saveur piquante, austère et métallique; on n'y distingue point une odeur particulière; il décrépite et se décompose par la chaleur. Dans cette décomposition on obtient, 1°. un peu d'ammoniaque; 2°. du gaz azote; 3°. un peu de mercure coulant réduit par la décomposition; 4°. un peu de sulfate d'ammoniaque : il reste du sulfate de mercure jaune ou *turbith minéral*, dans la cornue. Le sulfate ammoniaco-mercuriel est très-peu dissoluble dans l'eau; cette dissolution est précipitée en blanc

par les alcalis et par la chaux qui, en lui enlevant une portion d'acide sulfurique, le réduisent à un sel triple, où l'oxide de mercure et l'ammoniaque sont plus abondans qu'auparavant. Si on expose ce précipité sous l'eau aux rayons du soleil, il se noircit assez promptement, il s'en dégage du gaz azote, et le mercure est réduit. Le dernier effet est manifestement dû à la réaction de l'oxide de mercure sur l'ammoniaque ; réaction qui est d'autant plus prompte, que ce sel ne contient presque plus d'acide sulfurique : aussi le sulfate ammoniaco-mercuriel pur et non décomposé par les alcalis, ne se décompose que très-lentement par ce procédé. Ce sel, très-difficile à dissoudre lorsqu'il est seul, devient très-dissoluble par l'addition de l'ammoniaque qui y adhére jusqu'à un certain point ; puisque, lorsqu'on le laisse déposer en cristaux de cette dissolution ammoniacale, il est toujours uni à un excès de cet alcali. De toutes les expériences que nous avons faites pour connoître les proportions des composans du sulfate ammoniaco-mercuriel, celle qui nous a le mieux réussi est l'analyse par l'acide muriatique. Cet acide dissout complettement ce sel ; il se forme du muriate oxigéné ou corrosif de mercure, du muriate d'ammoniaque, et du sulfate d'ammoniaque : on fait évaporer cette dissolution jusqu'à siccité. On traite le résidu par l'acide sulfurique qui décompose le muriate d'ammoniaque et en dégage l'acide muriatique : on n'a plus alors qu'un mélange de muriate oxigéné de mercure et du sulfate ammoniacal : ce mélange est épais ; on l'expose, dans un matras, à la chaleur d'un bain de sable. Le muriate oxigéné de mercure se sublime pur, et il reste, au fond du vase, du sulfate acide d'ammoniaque. L'alcool opère le même départ en dissolvant le muriate de mercure, sans toucher au sulfate d'ammoniaque : il est aisé d'apprécier ensuite la proportion des bases de ces deux sels. Par cette analyse, nous avons trouvé que 100 parties de sulfate ammoniaco-mercuriel précipité par l'eau de sa dissolution ammoniacale, contiennent 18 parties d'acide sulfurique,

sulfurique, 33 d'oxide de mercure, et à-peu-près 10 parties d'eau. Ce qui nous a étonné dans cette analyse, c'est la grande quantité des deux bases relativement à celle de l'acide sulfurique : cette proportion prouve que l'attraction réciproque de ces trois corps, l'ammoniaque, l'oxide de mercure, et l'acide sulfurique, est différente de celle de chacune de ces bases seule pour l'acide sulfurique.

V.

Il ne nous reste plus qu'à faire connoître la différence d'action que l'ammoniaque exerce sur le sulfate acide de mercure, et sur le sulfate jaune du même métal ; car ce que nous avons dit jusqu'ici n'appartient qu'à celle de l'ammoniaque snr le sulfate neutre de mercure. Cette différence devient très facile à apprécier, d'après les faits que nous avons fait connoître dans le paragraphe précédent. En effet, on doit concevoir pourquoi, lorsqu'on verse de l'ammoniaque dans une dissolution de sulfate acide de mercure, il ne se fait point de précipité, il ne se sépare pas d'oxide noir et réductible de mercure, comme cela a lieu avec le sulfate de mercure neutre; on reconnoît que dans ce cas l'ammoniaque s'empare d'abord de l'excès d'acide, sans séparer d'oxide de mercure, et que le sulfate d'ammoniaque formé se combine avec le sulfate de mercure pour faire le sel triple qui nous occupe : alors la liqueur se comporte absolument comme celle du sulfate de mercure, traitée par l'ammoniaque et décantée de dessus le précipité noir ; elle donne des cristaux par l'évaporation de l'ammoniaque libre ; elle précipite en poudre blanche par l'addition de l'eau ; et elle ne diffère du premier cas, que parce que le dernier produit que l'on obtient par l'évaporation de la liqueur, contient beaucoup de sulfate ammoniacal presque pur. Cette seconde différence dépend de ce que l'excès d'acide sulfurique forme beaucoup plus de sulfate d'ammoniaque qu'il n'en faut pour porter le sulfate de mercure à l'état de sel triple.

Quant au sulfate de mercure jaune, l'action qu'exerce sur lui l'ammoniaque est absolument l'inverse de celle que nous venons d'apprécier. Comme il contient moins d'acide sulfurique et plus d'oxide de mercure, comme celui-ci y est plus oxidé, lorsqu'on le traite par l'ammoniaque il se forme plus d'oxide noir et réductible, il y a plus d'ammoniaque décomposée; mais le sel triple ou le sulfate ammoniaco-mercuriel qui se forme est absolument de la même nature que les précédentes, seulement il contient moins de sulfate d'ammoniaque, et il est plus pur.

VI.

Il résulte donc de toutes ces expériences, 1°. que l'ammoniaque ne décompose qu'une partie des sulfates mercuriels, tandis que les alcalis fixes les décomposent entièrement; 2°. qu'il se forme un sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel par l'union du sulfate d'ammoniaque formé avec la portion non décomposée du sulfate de mercure; 3°. que ce sulfate ammoniaco-mercuriel contient plus d'ammoniaque et d'oxide de mercure que l'acide sulfurique sembleroit pouvoir en saturer, en partant des proportions du sulfate de mercure et du sulfate ammoniacal, considérés seuls; 4°. que ce sel triple formé d'une base alcaline et métallique, unie en même-temps à l'acide sulfurique, jouit de propriétés différentes de celles des deux sels examinés séparément; qu'on ne doit pas les considérer comme une simple combinaison de sulfate d'ammoniaque et de sulfate de mercure; car si ce sel n'étoit que cette union simple de deux sels neutres, les proportions relatives de ses composans resteroient les mêmes; et nous avons vu qu'au contraire l'acide sulfurique du sel triple contenoit et saturoit plus des deux bases qu'il n'en saturoit séparément : c'est ce qui fait qu'il y a toujours plus ou moins de sulfate d'ammoniaque libre dans la dissolution. On peut encore prouver ce résultat

singulier et inattendu, par une expérience simple : en mêlant des dissolutions concentrées de sulfate de mercure bien neutre et de sulfate d'ammoniaque également neutre, on obtient un précipité qui est du sulfate ammoniaco-mercuriel en poudre, et la liqueur contient un peu d'acide sulfurique à nud ; 5°. que dans la formation du sulfate ammoniaco-mercuriel par l'action de l'ammoniaque, sur le sulfate de mercure neutre et sur le sulfate de mercure jaune, il se sépare une portion d'oxide de mercure qui devient noir et réductible par le contact de la lumière, et qui annonce qu'une portion de l'ammoniaque a été décomposée pour opérer cette reduction ; 6°. enfin, que le phénomène produit dans les deux cas par l'oxide de mercure uni à l'ammoniaque, n'a pas lieu dans l'union de cet alcali avec le sulfate acide, parce qu'il n'y a pas d'oxide de mercure séparé dans ce dernier cas.

Tous ces faits, appuyés sur des expériences nombreuses, et qui ont exigé beaucoup de temps et un grand nombre de tâtonnemens et d'essais, ouvrent une nouvelle carrière aux travanx des chimistes Les recherches en ce genre sont plus difficiles et plus délicates que celles qui ont été faites jusqu'ici sur les sels. Tout ce qui exige une connoissance précise des quantités et des proportions, offre de si grandes difficultés, qu'elles paroissent souvent insurmontables ; et cependant la chimie ne peut plus faire de nouveaux progrès que par cette connoissance.

OBSERVATION

Sur la formation de l'acide nitrique qui a lieu pendant la décomposition réciproque de l'oxide de mercure et de l'ammoniaque.

Lue à l'Académie le 3 juillet 1790.

PAR ANTOINE FRANÇOIS FOURCROY.

J'AI dit dans mon Mémoire sur les précipités des dissolutions métalliques par l'ammoniaque, que cette espèce d'alcali décompose une partie des oxides de mercure, et les rapproche de l'état métallique ; j'ai même fait remarquer que lorsqu'on traite plusieurs oxides de ce métal précipité de ses dissolutions par les alcalis fixes, à l'aide de l'ammoniaque, leur décomposition et leur rapprochement de l'état métallique est accompagné d'une effervescence due au dégagement du gaz azote ; ce gaz, qui a été recueilli dans plusieurs de mes expériences, annonce clairement que c'est par la décomposition de l'ammoniaque que la réduction de ces oxides s'opère. Mais ces mêmes expériences m'avoient présenté une circonstance dont la cause méritoit quelques recherches particulières ; c'étoit le peu d'effervescence et la petite quantité de gaz azote obtenue, qui ne me paroissoit pas correspondre à celle du mercure réduit. J'ai depuis assez multiplié les essais sur ce point de fait dont je n'ai pas cru devoir parler dans mon précédent mémoire, pour avoir trouvé la véritable cause de ce phénomène qui eût été entièrement inexpliquable il y a quelques années, et avant la découverte de la nature de l'acide

nitrique et de celle de l'ammoniaque. Pour faire concevoir ce que j'ai à dire sur cet objet, je rappellerai à l'académie, que M. Milner, de la société royale de Londres, a découvert qu'en faisant passer du gaz ammoniaque ou alcalin, à travers de l'oxide de manganèse, rougi dans un canon de fusil, on obtient du gaz nitreux. MM. Vauquelin, Séguin et Silvestre ayant répété cette expérience en employant un tube de porcelaine, ont obtenu beaucoup de nitrate d'ammoniaque en vapeur, du gaz azote et de l'eau; il est aisé de reconnoître dans ce cas que l'hydrogène de l'ammoniaque en s'unissant à l'oxigène de l'oxide de manganèse a formé de l'eau; que l'azote, autre principe de cet alcali, s'est partagé en deux parties, l'une qui s'est unie à la partie de l'oxigène non employée à former l'eau et qui a donné naissance à l'acide nitrique; l'autre qui, devenue libre a pris l'état de fluide élastique, enfin qu'une partie de l'ammoniaque passant trop rapidement à travers l'oxide de manganèse pour être décomposée, s'est unie à l'acide nitrique formé et à constitué le nitrate d'ammoniaque obtenu dans cette expérience. Un autre chimiste depuis M. Milner, a annoncé qu'il avoit fait de l'acide nitrique avec de l'ammoniaque et un oxide de plomb. La même formation de cet acide a lieu dans les expériences que j'ai décrites et considérées sous un autre point de vue, dans mon dernier mémoire sur le sulfate de mercure; si je ne m'en suis pas apperçu d'abord, par des essais directs, c'est que les essais n'avoient lieu que sur de petites doses, c'est que d'ailleurs le sulfate de mercure ayant souvent été employé avec un excès d'acide; il y avoit eu trop peu d'oxide de mercure réduit, pour qu'il ait été possible de trouver l'acide nitrique. Mais après avoir pris garde au phénomène annoncé ci-dessus, au peu d'effervescence et au dégagement d'une très-petite proportion d'azote, pour la quantité d'oxide de mercure réduit, et ayant soupçonné que la plus grande partie de ce principe entroit dans une nouvelle combinaison, j'ai fait des expériences pour m'en assurer.

Sur du sulfate de mercure, bien neutre et en poudre, on a versé de l'ammoniaque ; le bruit semblable à un fer rouge que l'on trempe dans l'eau, a eu lieu, comme je l'ai annoncé dans mon mémoire ; le sulfate de mercure est devenu noir ; le mélange, chauffé, n'a pas présenté d'effervescence plus forte, quoique la quantité du gaz azote n'eut été que très-peu considérable en comparaison de l'oxide réduit. On a filtré et on a lavé le précipité noir avec beaucoup d'ammoniaque, afin de dissoudre tout le sel triple qu'il pouvoit contenir ; ce précipité sèché et mis au soleil, s'est réduit en globules de mercure coulant ; la liqueur a présenté, pendant l'évaporation, un dépôt de sulfate ammoniaco-mercuriel en poudre blanche ; on l'a réduit à siccité, et on a lavé ce sel avec un peu d'eau distillée froide, dans l'intention de ne dissoudre que le nitrate d'ammoniaque ; car on avoit employé beaucoup de cet alcali afin que s'il se formoit de l'acide nitrique, cet acide pût être fixé et retenu par l'ammoniaque. Cette dissolution a donné en effet des cristaux prismatiques très-dissolubles, qu'on a reconnus pour un mélange de nitrate d'ammoniaque et de nitrate de mercure retenant aussi une portion de sulfate ammoniaco-mercuriel. Il ne s'agissoit ici que de prouver la présence de l'acide nitrique, et c'est en traitant ce sel par l'acide sulfurique concentré, que nous avons acquis cette preuve. Il s'est dégagé avec effervescence, une vapeur blanche ayant l'odeur de l'acide de nitre et devenant bien plus abondante par le contact du gaz ammoniacal. Tous les produits ou sels triples de nos expériences précédentes, et décrites dans le mémoire sur le sulfate de mercure, ont offert des traces de la présence de l'acide nitrique, par les mêmes procédés.

Pour rendre encore cette formation de l'acide nitrique par le moyen de l'oxide de mercure et l'ammoniaque plus sensible et plus facile, on a versé de l'ammoniaque liquide sur un oxide de mercure précipité du muriate oxigèné de ce métal ou du sublimé corrosif par la potasse pure ou caus-

tique, il n'y a eu que très-peu de bruit et d'effervescence; l'oxide rouge s'est presque entièrement réduit en un oxide noir et même en mercure coulant; il est resté dans la liqueur un sel triple ou du nitrate ammoniaco-mercuriel; ainsi tandis que l'hydrogène de l'ammoniaque s'est uni à une portion d'oxigène de l'oxide de mercure et a formé de l'eau, la plus grande partie de l'azote du même alcali s'est portée sur une autre portion d'oxigène, et a formé de l'acide nitrique qui s'est combiné avec un peu d'oxide de mercure et d'ammoniaque non décomposée, ce qui a produit le sel triple indiqué. Ce procédé est plus exact que le précédent, et montre mieux et plus simplement la formation de l'acide nitrique par la réaction et la décomposition réciproque de l'oxide de mercure et de l'ammoniaque. La chimie possède donc aujourd'hui l'art de former de l'ammoniaque en décomposant l'acide nitrique par des corps très-avides d'oxigène, et de former de l'acide nitrique en décomposant l'ammoniaque par des corps très-oxigènés. Ces deux décompositions inverses dépendent de l'état différent et opposé des matières que l'on prend dans l'un et dans l'autre cas. Si l'on vouloit comparer l'action de l'ammoniaque sur les divers oxides métalliques, action dont presque tous les détails sont contenus dans les mémoires de Bergman, de MM. Berthollet, Milner et dans trois de ceux que j'ai présentés à l'académie, on trouveroit qu'il en est qui décomposent à froid et avec bruit par le moindre contact, comme l'oxide d'argent; à chaud et avec bruit, comme l'oxide d'or; à chaud et sans bruit, comme l'oxide de cuivre, celui de fer, etc.; à froid et sans détonation, comme ceux de mercure; mais il résulteroit toujours de ces comparaisons que ces oxides de mercure sont ceux qui opèrent la décomposition de l'ammoniaque avec le plus de rapidité, et qui donnent le plus facilement la formation de l'acide nitrique.

M. Vauquelin et moi, nous avons découvert une nouvelle circonstance où il se forme de l'acide nitrique; c'est

en versant de l'acide sulfurique concentré sur du prussiate de soude liquide ou sur de l'alcali minéral caustique saturé de la matière colorante du bleu de Prusse ; il se dégage avec effervescence une vapeur qui a l'odeur la plus sensible d'acide du nitre, et même la couleur rouge de la vapeur nitreuse qui a lieu lorsque l'on mêle du gaz nitreux avec l'air atmosphérique.



EXPÉRIENCES

Relatives au froment de semence.

PAR HENRI-ALEXANDRE TESSIER.

Est-il nécessaire de semer toujours le froment de la dernière récolte? Doit-on souvent en renouveller la semence, c'est-à-dire, choisir pour ensemencer le froment pris dans un autre pays? Ces deux questions, tant de fois agitées parmi des hommes, qui n'étoient qu'amateurs de l'agriculture, semblent avoir été généralement, je dirois même universellement décidées par la conduite des agriculteurs de profession. Par tout, ou presque partout, ils ne sement que le froment de la dernière récolte, et changent de semence soit tous les ans, soit tous les deux ou trois ans. Rarement ils attendent jusqu'à la cinquième année.

Si l'on s'en tient à la simple réflexion, on ne concevra jamais qu'après un an la vertu germinative du froment soit perdue ou altérée ; car le germe de ce grain résiste au froid le plus rigoureux, comme on l'a vu dans l'hiver de 1788 à 1789 : une chaleur de plus de soixante degrés ne l'empêche pas de se développer On ne concevra pas davantage qu'il soit nécessaire, pour avoir des récoltes abondantes de se procurer fréquemment du froment de semence dans des pays plus ou moins éloignés de celui auquel on le destine ; car souvent le sol, qui a produit la semence qu'on renouvelle, est le même que celui, sur lequel on la répand. Le froment, sur-tout l'espèce la plus cultivée en France, s'il n'est pas naturel à ce royaume, y est tellement acclimaté, qu'on peut l'y regarder comme indigène; on est donc autorisé à croire que sa dégénération, dans quelque canton que ce soit, ne sauroit être l'ouvrage de deux ou trois années.

Mais ce ne seroit pas la première fois que la théorie ne s'accorderoit pas avec la pratique, ou plutôt, ce ne seroit pas la première fois qu'on n'auroit point assez examiné les faits avant d'établir une théorie. L'homme de campagne, que le seul intérêt guide, déterminé par ce qu'il apperçoit, sans chercher à en approfondir la cause, est quelquefois dans le chemin de la vérité, tandis que le fil en échappe au savant qui croit le bien saisir.

Cependant, comme on n'a vu que trop souvent les cultivateurs suivre aveuglément les pratiques introduites par l'usage, quoiqu'elles fussent contraires à leur fortune et aux progrès de l'agriculture, j'ai cru devoir reprendre l'examen des deux questions et le faire entrer dans les expériences auxquelles je me livre depuis plusieurs années. Je ne présenterai ici cet examen qu'en substance.

Pour éclaircir la première question; j'ai semé en 1787, 1788 et 1789, dans deux endroits éloignés l'un de l'autre de onze lieues et dans des terreins de diverse nature, des fromens originaires de huit provinces de France, récoltés depuis 1779 dans un même pays et que je conservois dans des bocaux de verre. Les uns étoient de huit récoltes successives, les autres de neuf, les autres de dix, selon que je les ai semés en 1787, ou en 1788, ou en 1789. La totalité de ces ensemencemens dans les trois années, formoient quatre-vingt-onze planches.

Je n'ai pas cru devoir en retrancher quinze qui ont été frappées de la grêle le 13 juillet 1788, parce que l'état de leur végétation ayant été examiné avant ce fatal événement, je les trouve sur mon catalogue, jusques-là conformes à celles de 1787 et 1789.

Dans chacune des trois années il n'a presque rien levé des fromens de la récolte de 1779, de quelque province qu'ils fussent originaires

Ceux de la récolte de 1781, n'ont pas produit une seule plante.

Il a manqué quelques-uns des grains de la récolte de 1785, quelques-uns de la même année n'ont levé qu'en partie.

Mais les récoltes intermédiaires et celles qui ont été faites depuis 1785, m'ont donné des tiges abondantes et de la plus belle végétation. Leurs produits en grains n'ont pas été les mêmes; mais je puis certifier qu'ils se sont trouvés tels que les plus considérables n'ont pas été formés par les semences des dernières récoltes; la plupart de ceux-ci étoient les plus foibles. Les pailles et les épis m'ont paru de même longueur dans les planches d'un même sol, et toujours aussi long que ceux des fromens du pays, cultivés dans des lieux analogues.

Quoique le défaut total ou presque total de germination des grains de 1779, 1781 et 1785, me parut dépendre de l'état des semences et non d'aucune autre circonstance, cependant pour m'en assurer davantage, j'ai semé une seconde fois les produits de dix récoltes successives d'un froment, dont j'avois déjà semé neuf récoltes. Les mêmes observations se sont présentées dans les dix nouvelles planches. Sept avoient prospéré dans la première expérience; huit ont prospéré dans la seconde, c'est-à-dire, une de plus, à cause de l'addition d'une récolte. Dans les deux cas, celles de 1779 et de 1781, ont également manqué.

Il ne m'a pas été difficile d'expliquer pourquoi les récoltes de 1779, n'ont pas levé. Les bocaux dans lesquels je les avois renfermées n'ayant été recouverts alors que d'un papier, les grains avoient été rongés par des animaux; je ne les ai semés même que par curiosité. Mais tous les produits de 1781, et quelques-uns de ceux de 1785, n'avoient point été exposés au même inconvénient. Ce ne peut être leur ancienneté, qui les a empêché de lever, puisque des grains antérieurement récoltés ont fructifié. Ils n'étoient ni piqués de charenson ni attaqués de mites; il faut donc en chercher ailleurs la cause. Je n'en puis soupçonner aucune autre que l'humidité du lieu où j'avois placé les bocaux; il est à croire qu'elle aura pu produire un certain degré de fermentation.

C'est sans doute quelque effet semblable observé par des cultivateurs, qui leur a inspiré de l'inquiétude sur les fromens anciens : cette inquiétude une fois établie s'est perpétuée parmi eux, et comme les hommes sont extrêmes en tout, elle s'est étendue même sur les fromens de l'avant dernière récolte. Cependant, il est de fait que dans les soixante-dix planches d'experiences, les grains des trois ou quatre dernières années se trouvent toujours compris parmi ceux qui ont réussi.

Le froment employé pour les expériences qui précédent, étoit le produit du seul froment à épis blancs sans barbes, tige creuse. J'ai cru devoir m'assurer si d'autres espèces et variétés de froment auroient également l'avantage de pouvoir être semés vieux. Dans ces nouvelles expériences, les effets que je viens de constater sont encore plus sensibles.

J'avois semé différens fromens au mois d'octobre 1789; celui qu'on appelle bled de Providence a rapporté dix huit pour un.

Un froment à épis veloutés, sans barbes, tige creuse, a rapporté aussi dix-huit pour un.

Le froment à épis blancs, sans barbes, tige creuse, grains blancs, appellé *Touzelle*, a rapporté treize pour un.

Ces trois fromens avoient été récoltés en 1787.

Un froment à épis rouges, barbus, barbes tombantes, tige creuse, a rapporté quatorze pour un.

Le bled de miracles, a rapporté quatorze pour un.

Sa variété a rapporté treize pour un.

Un froment à épis quarrés, bruns, barbus, barbes tombantes, dit *Petaniel* à lavaur, tige pleine, a rapporté vingt pour un.

Ces quatre derniers fromens avoient été récoltés en 1786.

Ce produit, comparé à la semence, ne seroit pas étonnant, et auroit pu même être plus considérable, si j'avois semé peu de grains dans une grande étendue de terrein; car on sait qu'un grain isolé produit jusqu'à soixante épis, et quelque-

fois davantage. Mais j'ai semé ces différens fromens aussi drus qu'on les seme ordinairement ; à la vérité, aulieu d'être semés à la volée, ils l'ont été par rayons, méthode qui augmente toujours la production, et qui devroit être celle des paysans, possesseurs ou propriétaires d'un petit champ.

Je dois faire remarquer que les grains de chaque expérience ayant été semés le même jour, dans le même terrein, de quelqu'année qu'ils aient été, ont donné des plantes, qui ont épié, fleuri et mûri en même-temps. Ce qui n'est pas d'accord, du moins à l'égard du froment, avec l'opinion où sont les cultivateurs, que les grains vieux sont plus lents à lever que les grains nouveaux.

Quoiqu'il en soit, il paroît que le froment bien mûr, peut conserver long-tems sa vertu germinative, lorsque des animaux ou les effets de la fermentation ne la lui enlèvent pas. L'avant dernière récolte, mieux soignée que de plus anciennes, parce qu'elle est plus ordinairement sous les yeux du maître, a moins à craindre cette altération, et peut être toujours propre à servir de semence. Lorsque le cultivateur a des doutes, la prudence veut qu'avant de se déterminer à l'employer comme semence, il essaie un nombre connu de grains; s'il les voit lever tous ou presque tous, il peut semer en grand le produit de cette récolte.

Ces remarques, appliquées à l'usage, offrent plusieurs avantages. Les ensemencemens en froment ancien sont utiles, 1°. quand la dernière récolte est trop entachée de carie, dont le principe contagieux a moins d'activité dans les vieux fromens, que dans les nouveaux; 2°. quand la grêle ayant ravagé tous les champs d'un fermier, il ne lui reste pour ressource que les grains de ses greniers; 3°. dans les pays où la moisson retardée, approche de trop près du moment où l'on doit ensemencer les terres, par exemple, dans quelques cantons montagneux ; 4°. Enfin, quand la nouvelle récolte annonçant une qualité commerciale supérieure à celle de la précédente, alors l'intérêt du cultivateur et celui du public, exigent que, de préférence, on seme la précédente.

S'il ne s'agissoit, sur le changement des semences, que d'apprécier l'opinion des cultivateurs, il auroit suffi de semer pendant cinq ans, toujours le produit de ses récoltes quoiqu'ils attendent rarement ce terme pour renouveller leurs semences. Mais j'ai pensé qu'il falloit porter les choses plus loin, et constater en combien d'années le froment dégénéroit au point d'exiger qu'on le renouvellât. Cette idée m'a fait entreprendre les expériences suivantes. Je les ai commencées en 1779, pour les suivre autant de tems que les circonstances me le permettront.

J'ai fait venir, à cette intention, du froment de vingt-deux provinces de France. Il m'en est arrivé de deux sortes, savoir, le froment à épis blancs sans barbes, grains jaunes et tiges creuses, le plus ordinaire dans les provinces septentrionales, et le froment à épis roux, barbus, barbes divergentes, grains jaunes, tiges creuses, qu'on cultive plus particulièrement dans les provinces du midi. Ils ont été semés à part, au mois d'octobre 1779, sous vingt-deux numéros, en plein champ, dans des terreins d'une même étendue, fumés et préparés par le même cultivateur. Après la récolte, les produits ont été mesurés et pesés pour connoître leurs poids relatifs, et des échantillons de chaque numéros ont été conservés dans des bocaux.

Les années suivantes, mêmes soins pour ensemencer les produits des vingt-deux numéros, et mêmes observations. Trois *solles* ou *saisons* partageant les terres du pays où je faisois l'expérience, j'ai toujours semé au milieu de la solle des fromens, préférant le terrein, qui étoit médiocre, au meilleur et au moins fertile.

Après plusieurs récoltes, j'ai été forcé de me borner à quatorze numéros, parce que huit de ceux que je cultivois se sont trouvés confondus.

Si cet objet paroissoit mériter quelque attention, il seroit facile de faire voir la collection des échantillons de tous les numéros, et sur-tout la filiation des quatorze, de généra-

tion en génération depuis 1779 jusqu'au moment présent. On n'y trouveroit d'autre différence que celle qui a toujours lieu entre des fromens plus ou moins nouveaux, et récoltés par un temps plus ou moins humide. Ceux de la récolte de 1788, ayant été maltraités par la grêle, n'ont point la qualité des fromens des années précédentes, et de l'année 1789; mais ce qui est digne de remarque, c'est qu'à chaque récolte mes grains ont toujours été aussi beaux que ceux du pays.

Les numéros n'ont pas autant rapportés les uns que les autres; ce qui ne dépend pas de la qualité de la semence, mais de quelque circonstance particulière. Il est à présumer, à l'égard des numéros qui ont le moins rapporté, ou que les oiseaux ont enlevé une plus grande partie de la semence mal couverte; ou que les animaux en ont dévoré dans la terre; ou que par le frottement des épis, au moment de la récolte, on en a égrainé davantage, ou qu'ils ont occupé des veines de terre moins bonnes ou plus sujetes à donner de l'herbe. Ce qu'il y a de certain; c'est qu'un numéro qui avoit moins produit une année, a produit davantage l'année suivante, et en général les terres des environs n'ont pas donné plus de grain.

Les poids des fromens de divers numéros, ont à la vérité, variés, mais ils se sont toujours rapprochés. Ceux qui pesoient le moins une année ont aussi acquis plus de poids l'année d'après. Les fromens des fermiers du canton n'ont jamais pesé davantage.

Enfin, la seconde génération des quatorze numéros a été récoltée au mois d'août 1789 : elle me paroît aussi belle que la première, semée en 1779. La plupart des planches moissonnées en 1789, ont rapportés six et huit pour un; quelques-unes seulement cinq pour un. Je les avois ensemencées le 6 novembre 1788 : elles ont été plus de six semaines couvertes de neige, les grains n'ont levé que le 12 février.

Cette dernière génération semée au mois d'octobre a bien levé. Les quatorze planches ont été en aussi bon état que tous les fromens du pays jusqu'au printems. A cette époque une

partie de chaque planche a langui, parce que je les avois placées près d'un taillis de six ans. Les racines de ce taillis s'étant étendues inégalement, il y a des planches qui en ont plus souffert que d'autres. Elles étoient toutes d'une égale beauté dans la partie éloignée du taillis. Cette différence m'empêchera de compter sur le produit de cette année. Les choses reprendront leur état en semant au mois d'octobre prochain, dans un terrein plus convenable, la deuzième génération.

Il est essentiel de faire observer que, chaque année, j'ai la plus grande attention à préparer la partie des produits destinée à servir de semence, en la purifiant des grains étrangers, et en la chaulant fortement. Cette précaution est d'autant plus utile que, l'ayant négligée trois années de suite, la carie s'y étoit propagée au point d'altérer les récoltes.

Si des expériences de plus de dix années permettent de tirer quelques conséquences, je concluerai de ce qui précède, que pendant cet espace de temps, il n'est pas nécessaire de renouveller les semences de froment, au moins dans tous les pays où les fermiers, en préparant bien le produit de leurs récoltes, peuvent trouver dans leurs granges et dans leurs greniers, ce qu'ils prennent la peine d'aller chercher dans les marchés, au tems des semailles; qu'enfin la dégénération du froment n'a pas lieu en aussi peu d'années qu'on s'imaginoit.

Une troisième question, non moins importante, a aussi fixé mon attention. C'est celle qui a pour objet la quantité de grains qu'on doit employer comme semences. Mais elle exige des expériences si variées et si multipliées, que je ne sais pas quand je serai en état de faire connoître les résultats. j'en ai tracé et publié le plan en 1785, époque où je les ai commencées. (1) M. Arthur Young, célèbre agriculteur

---

(1) Ce plan, mis à la suite d'expériences faites sur la Carie, sous le titre : *Résultat des Expériences faites à Rambouillet*, relativement à la maladie des grains ; appellée

Anglois,

Anglois, s'en est occupé depuis ce tems, ainsi qu'il en a rendu compte dans le Calendrier du Fermier. Mais, soit que le traducteur n'ait donné qu'un précis très-succint de l'expérience, soit que M. Arthur-Young ne l'ait fait imprimer qu'avec la promesse de la faire répéter et d'en donner les détails probatoires; on ne peut jusqu'ici tirer encore aucun avantage de l'expérience angloise. Je ferai ensorte que les miennes aient toutes les conditions nécessaires pour porter les choses, s'il est possible, à la démonstration; persuadé qu'une expérience isolée et jettée au hasard ne peut avoir aucune valeur, et qu'il n'y a qu'un ensemble de faits liés entre eux, et propres à s'éclairer mutuellement, qui puissent mériter la confiance du Public.

Carie, a été traduit en anglois, ou par les soins de M. Young lui-même, ou par les soins de quelqu'autre. Il paroît qu'il a fait, en conséquence de ce plan, ses expériences sur la quantité de grains qu'on doit employer pour semence.

MÉMOIRE
SUR
LES INTÉGRALES PARTICULIÈRES
DES
ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES.

PAR ADRIEN-MARIE LE GENDRE.

LES *intégrales particulières sont toujours comprises dans une expression finie, où le nombre des constantes arbitraires est moindre que dans l'intégrale complète.* Tel est le nouveau principe que je me propose de démontrer, et d'où résulte, ce me semble, une méthode plus directe que celles qui étoient déja connues, pour distinguer les intégrales particulières de celles qui ne sont qu'incomplètes, et pour déduire immédiatement les premières de l'équation différentielle proposée. Au reste, si j'ai réussi à perfectionner ce point d'analyse, je dois avouer que mon principe et sa démonstration ne sont que des conséquences très-faciles à déduire de la théorie que M. de la Grange a donnée dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, année 1774 : théorie qui a mérité à juste titre les suffrages de tous les géomètres.

On trouvera à la fin de ce Mémoire une nouvelle solution du problême des tautochrones, où je parviens aux résultats connus, en n'employant que la simple différentiation.

J'appellerai avec M. de la Grange, *intégrales particulières,* des relations entre les variables qui, dans certains cas, satisfont aux équations différentielles, sans être comprises dans leurs intégrales complètes. Ainsi l'équation $x\,dx + y\,dy = dx\sqrt{(x^2 + y^2 - b^2)}$, a pour intégrale complète $y^2 = 2ax + a^2 - b^2$, a étant la constante arbitraire ; elle a en même-temps pour intégrale particulière $y^2 = b^2 - x^2$; la première appartient à la parabole, la seconde au cercle. Il est donc évident que l'intégrale particulière n'est point renfermée dans l'intégrale complète, et cependant elles satisfont toutes deux également à l'équation différentielle.

L'existence des intégrales particulières étant ainsi constatée, il importe de remonter à leur source, et de chercher *a priori* comment il est possible de satisfaire à une équation différentielle donnée autrement que par son intégrale complète. Cette recherche nous fera découvrir le caractère distinctif des intégrales particulières, d'où résultera une méthode très-simple de déterminer ces intégrales, par la seule connoissance de l'équation différentielle.

Soit $\frac{dy}{dx} = p$ une équation du premier ordre, dans laquelle p est fonction de x et y ; soit $y = \phi(x, a)$ l'intégrale complète de cette équation, a étant la constante arbitraire. La même formule $\phi(x, a)$ pourra représenter toute autre fonction de x, pourvu qu'on prenne a variable ; elle pourra donc représenter l'intégrale particulière, c'est-à-dire, la valeur de y, quelle qu'elle soit, qui satisfait à l'équation différentielle, sans être comprise dans la formule $\phi(x, a)$ tant qu'on suppose a constant.

Je différentie l'équation $y = \phi(x, a)$, en faisant varier x et a, et j'ai un résultat de la forme

$$dy = P\,dx + A\,da.$$

Les coëfficiens P et A seront des fonctions de x et a ; mais au moyen de l'équation $y = \phi(x, a)$, on peut imagi-

ner que a soit éliminé, et qu'ainsi les quantités P et A deviennent simplement des fonctions de x et y. Or, dans le cas de $da = 0$, l'équation $y = \phi(x, a)$ doit satisfaire à l'équation différentielle proposée $dy = pdx$; il faut donc qu'on ait en général $P = p$, et par conséquent on a aussi en général, quelle que soit a,

$$dy = pdx + Ada.$$

Maintenant, si on veut que cette équation se réduise à la proposée $dy = pdx$, sans que da soit zéro, il faut nécessairement qu'on ait

$$A = 0.$$

Cette équation, ou l'un de ses facteurs, s'il n'en résulte pas $a =$ const., représente donc l'intégrale particulière de l'équation proposée $dy = pdx$, et il est clair qu'elle ne renferme point de constante arbitraire, puisque la quantité A étoit d'abord une fonction de x et de a, et qu'ensuite on a éliminé a, au moyen de sa valeur tirée de l'équation $y = \phi(x, a)$. Donc *l'intégrale particulière d'une équation du premier ordre ne peut être qu'une simple relation entre y et x, qui ne contient point de constante arbitraire.* Passons au second ordre.

Soit $y = \phi(x, a, b)$ l'intégrale complète d'une équation du second ordre $\frac{ddy}{dx^2} = q$, a et b étant les deux constantes arbitraires, et q étant une quantité donnée en x, y et $\frac{dy}{dx}$.

Lorsqu'on fait varier les constantes a et b, l'équation $y = \phi(x, a, b)$, est plus générale qu'il ne faut pour représenter toute autre intégrale qui peut satisfaire à la proposée sans être comprise dans la formule $y = \phi(y, a, b)$, tant que a et b sont constans.

Je différentie l'intégrale $y = \phi(x, a, b)$ en faisant tout varier, et j'ai

$$dy = pdx + Ada + Bdb.$$

Maintenant j'observe que sans altérer la généralité de la fonction ϕ, je puis déterminer b à volonté; car pourvu que a reste indéterminé, on peut toujours faire ensorte que ϕ devienne une fonction quelconque de x. Je choisis de déterminer b de manière qu'on ait

$$dy = pdx$$

comme si a et b étoient constans : il faut pour cela prendre

$$\mathrm{A}da + \mathrm{B}db = 0,$$

les coëfficiens p, A, B seront toujours des fonctions de x, a, b. Je différentie de nouveau l'équation $dy = pdx$, et j'ai

$$\frac{ddy}{dx} = \mathrm{Q}dx + \mathrm{C}da + \mathrm{D}db.$$

Maintenant, dans la supposition de a et b constans, on doit avoir $\frac{ddy}{dx^2} = q$, il faut donc qu'en déterminant a et b au moyen des deux équations $y = \phi$, $\frac{dy}{dx} = p$, et substituant leurs valeurs dans la quantité Q, afin que Q devienne une fonction de x, y, $\frac{dy}{dx}$ sans a ni b, il faut, dis-je, qu'on ait $\mathrm{Q} = q$ dans le cas de a et b constans. Mais comme dans le cas de a et b variables, on a également $y = \phi$, et $\frac{dy}{dx} = p$, il s'ensuit qu'on aura en général $\mathrm{Q} = q$. Donc l'influence de la variabilité de a ne se fait sentir que dans les termes $\mathrm{C}da + \mathrm{D}db$, et on a, quelque soit a,

$$\frac{ddy}{dx} = qdx + \mathrm{C}da + \mathrm{D}db;$$

donc si on veut satisfaire à l'équation $\frac{ddy}{dx^2} = q$, a étant variable, il faut supposer

$$\mathrm{C}da + \mathrm{D}db = 0,$$

ainsi nous aurons les quatre équations

$$y = \varphi, \quad \frac{dy}{dx} = p,$$

$$A + B\frac{db}{da} = 0, \quad C + D\frac{db}{da} = 0;$$

d'où éliminant les trois inconnues a, b, $\frac{db}{da}$, résultera une équation entre x, y, $\frac{dy}{dx}$. L'intégrale de celle-ci sera l'intégrale particulière finie de l'équation du second ordre proposée; elle contiendra donc au plus une constante arbitraire : je dis *au plus;* car il pourra se faire dans certains cas, que les quantités a, b, $\frac{db}{da}$ s'éliminent sans le secours de l'équation $\frac{dy}{dx} = p$; alors on aura immédiatement une équation finie entre x et y, qui ne renfermera aucune constante arbitraire.

Il est facile de voir que le même raisonnement s'appliqueroit, avec un égal succès, aux ordres plus élevés; d'où il suit que *dans une équation différentielle de l'ordre* n, *l'intégrale particulière la plus générale, réduite à la forme finie, ne contiendra jamais plus de* n — 1 *constantes arbitraires.*

Il résulte de ce principe une manière bien simple de distinguer les intégrales particulières de celles qui sont comprises dans l'intégrale complète.

Imaginons qu'on connoisse une valeur de y qui satisfasse à l'équation proposée, et supposons qu'on cherche une valeur infiniment proche $y + \delta y$, qui satisfasse pareillement; il ne s'agit pour cela que de faire varier dans l'équation proposée y, $\frac{dy}{dx}$, $\frac{ddy}{dx^2}$, etc., en regardant x comme constante. Et comme on a, suivant la théorie des variations, $\delta dy = d\delta y$, $\delta ddy = dd\delta y$, etc., le résultat pourra toujours être mis sous la forme

$$A\frac{d^n\delta y}{dx^n} + B\frac{d^{n-1}\delta y}{dx^{n-1}} + C\frac{d^{n-2}\delta y}{dx^{n-2}} + \ldots + T\delta y = 0 \ldots (a'),$$

A, B, C, etc., étant des coëfficiens qu'on peut regarder comme des fonctions de x seule, puisque la valeur de y est donnée en x. Ainsi δy sera donné par une équation linéaire, qui paroît en général du n^{ieme} degré.

Maintenant, si la valeur connue de y est renfermée dans l'intégrale complète

$$y = \phi\,(x, a, b, c, \text{etc.}),$$

elle résulte de cette intégrale, en attribuant aux quantités a, b, c, etc. des valeurs constantes quelconques. Supposons qu'on fasse varier infiniment peu ces constantes, et qu'elles deviennent $a + \delta a$, $b + \delta b$, $c + \delta c$, etc., la valeur de y devenant $y + \delta y$, on aura

$$\delta y = \frac{d\phi}{da}\,\delta a + \frac{d\phi}{db}\,\delta b + \frac{d\phi}{dc}\,\delta c + \text{etc.}$$

Cette valeur de δy doit donc résoudre généralement l'équation (a'), dont elle sera l'intégrale complète, et les constantes arbitraires seront δa, δb, δc, etc., conformément à la nature des équations linéaires. Mais ce qu'il importe d'observer, c'est que le nombre des quantités δa, δb, δc, étant n, l'équation (a') doit être pareillement du n^{ieme} degré; donc, dans le cas présent, le coëfficient A de la différence la plus élevée, ne peut jamais être zéro.

Au contraire, si la valeur de y est comprise dans une intégrale particulière

$$y = \psi\,(x, \alpha, \beta, \gamma, \text{etc.}),$$

le nombre des constantes α, β, γ, etc. de cette intégrale ne pouvant être au plus que $n - 1$, l'équation qui détermine δy n'est au plus que du degré $n - 1$. Donc, en supposant l'équation (a') délivrée de dénominateurs, le coëfficient A, qui affecte la différence plus élevée, sera toujours zéro.

Il pourra se faire, dans le même cas, qu'on ait de plus

B = o, C = o, etc.; c'est lorsque l'intégrale particulière la plus générale, ne contiendra que $n - 2$, $n - 3$, etc. constantes. Mais la condition A = o, est la seule qui ait lieu généralement dans tous les cas, et qui suffise pour déterminer toutes les intégrales particulières d'une équation proposée.

Etant proposée une équation différentielle de l'ordre n, il est facile maintenant de déterminer toutes les intégrales particulières dont elle peut être susceptible. Voici la règle qui suit immédiatement des considérations précédentes.

On fera varier dans l'équation proposée, les termes y, $\frac{dy}{dx}$, $\frac{ddy}{dx^2}$, etc., et regardant x comme constant, le résultat sera de la forme

$$A\,\delta\frac{d^n y}{dx^n} + B\,\delta\frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + T\,\delta y = o.$$

Ce résultat doit être préparé de manière qu'il ne s'y rencontre point de dénominateurs variables, et qu'en général, dans le cas des transcendantes, aucun des coëfficiens A, B, . . . T ne puisse devenir infini par quelque relation particulière entre les variables; il convient aussi de supprimer, comme inutiles, les facteurs qui seroient communs à tous les termes. Cela posé, on fera A = o.

Si cette équation s'accorde avec la proposée, ce qu'on reconnoîtra en les combinant l'une avec l'autre, le résultat de la combinaison donnera une ou plusieurs équations différentielles de l'ordre $n - 1$ ou au-dessous, qui seront autant d'intégrales particulières de l'équation proposée.

Si l'équation A = o ne peut s'accorder dans aucun de ses facteurs avec l'équation proposée, on en conclura que celle-ci n'admet aucune intégrale particulière.

REMARQUE.

Cette règle est générale, il n'y a qu'un seul cas qui lui échappe, et dont il est bon de faire mention. C'est lorsque l'intégrale

l'intégrale particulière est de la forme $x = const.$; car alors on n'auroit pas y égal à une fonction de x et de constantes, comme le supposent les méthodes précédentes.

Ainsi, après avoir déterminé les intégrales particulières par la règle générale, et avoir rejetté dans l'équation $A = 0$, les facteurs qui donneroient $x = const.$, il restera encore à s'assurer s'il n'y auroit pas quelque intégrale particulière de la forme $x = const.$

Dans les équations différentielles du premier degré, le simple changement de y en x suffira pour rendre la règle applicable. Dans les degrés plus élevés, il y aura quelques difficultés de plus; mais nous ne croyons pas devoir entrer dans d'autres détails à ce sujet.

L'objet de cette remarque est relatif aux deux sortes de tentatives que prescrivent les règles de M. de la Grange, et qui consistent à faire $\frac{ddy}{dx^2} = \frac{0}{0}$, ou $\frac{ddx}{dy^2} = \frac{0}{0}$ dans les équations du premier degré. Nous croyons par les réflexions précédentes, avoir montré à quoi se réduit l'incertitude.

EXEMPLE Ier.

Soit l'équation $x\,dx + y\,dy = dx\sqrt{(xx + yy - bb)}$, ou plus simplement

$$y^2 \frac{dy^2}{dx^2} + 2xy\frac{dy}{dx} + b^2 - y^2 = 0,$$

en faisant varier y et $\frac{dy}{dx}$, on aura

$$\left(y^2\frac{dy}{dx} + xy\right)\delta\frac{dy}{dx} + \left(y\frac{dy^2}{dx^2} + x\frac{dy}{dx} - y\right)\delta y = 0;$$

égalant à zéro le coëfficient de $\delta\frac{dy}{dx}$, on aura ou $y = 0$, ou

$$y\frac{dy}{dx} + x = 0;$$

cette dernière équation s'accorde avec la proposée, et il en résulte l intégrale particulière,

$$y^2 + x^2 - b^2 = 0.$$

REMARQUE.

Si on avoit fait dans l'équation proposée $y^2 = b^2 - x^2 + z^2$, cette équation seroit devenue $z(dz - dx) = 0$. Il y a deux facteurs dans ce résultat; l'un $z = 0$ est l'intégrale particulière; l'autre $dz - dx = 0$ donne l intégrale complète $z - x = a$.

En général, dans une équation différentielle d'un ordre quelconque, on pourra toujours, par une transformation convenable, faire ensorte que cette équation soit partagée en deux facteurs, dont l'un donne l'intégrale particulière, et l'autre l'intégrale complète. Il ne faudroit cependant pas conclure de-là, que les intégrales particulières sont des facteurs étrangers aux équations qu'elles résolvent; elles sont essentiellement liées à la nature de ces équations, et font partie de leur résolution. Cela est évident, puisque l'intégrale particulière peut toujours se déduire de l'intégrale complète.

EXEMPLE II.

Soit l'équation $\frac{dx}{\sqrt{X}} = \frac{dy}{\sqrt{Y}}$, X étant un polynome quelconque en x, et Y un polynome quelconque en y.

Faisant $dY = Y'dy$, et prenant la variation par rapport à y et $\frac{dy}{dx}$, on aura $\delta\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{1}{2}Y'\delta y}{\sqrt{XY}}$, et en chassant les dénominateurs

$$\sqrt{XY}.\ \delta\frac{dy}{dx} - \tfrac{1}{2}Y'\delta y = 0.$$

Il faut maintenant égaler à zéro le coëfficient de $\delta\frac{dy}{dx}$, ce

qui donne ou X = o, ou Y = o. Le premier facteur doit être rejetté, puisqu'il en résulteroit $x = const.$, le second Y = o donne $y = const.$, la constante étant une des racines de l'équation Y = o. Cette valeur satisfait visiblement à l'équation différentielle proposée, et par conséquent il paroît y avoir autant d'intégrales particulières que l'équation Y = o a de racines ; cependant il faut faire attention à ce que, suivant la règle générale, le résultat de la variation ne renferme pas de facteur commun à tous les termes. Il n'y en aura point si Y′ n'est pas zéro en même temps que Y ; d'où nous pouvons conclure que toute racine inégale de l'équation Y = o donnera une intégrale particulière de la proposée.

Mais on sait que les racines égales donnent Y′ = o; ainsi pour juger si ces racines égales seront des intégrales particulières, il faut commencer par chasser le facteur commun aux deux termes de l'équation.

$$\sqrt{XY}\,\delta\frac{dy}{dx} - \tfrac{1}{2}Y'\delta y = o.$$

Soit $(y - b)^m$ le facteur multiple du polynome Y, faisant $Y = (y - b)^m T$ et $Y' = (y - b)^{m-1} V$, l'équation précédente sera divisible par $(y - b)^{\frac{m}{2}}$, et en supprimant ce facteur ; on aura

$$\sqrt{TX}.\,\delta\frac{dy}{dx} - \tfrac{1}{2}(y - b)^{\frac{m-2}{2}} V\delta y = o.$$

Le coëfficient de $\delta\frac{dy}{dx}$ n'étant plus affecté du facteur $y - b$, il est clair que l'équation $y - b = o$ n'est point une intégrale particulière de l'équation proposée; mais comme elle satisfait toujours à cette équation, il faut qu'elle soit comprise dans l'intégrale complète, ou qu'elle soit ce que M. de la Grange appelle une intégrale *incomplète*.

Il resteroit à examiner le cas de $x = const.$; mais on voit

que le résultat est semblable : les facteurs inégaux de $X = 0$ seront des intégrales particulières, les facteurs égaux des intégrales incomplètes.

Ces résultats peuvent être confirmés dans un cas particulier très-connu. Soit

$$X = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + Ex^4.$$

$$Y = A + By + Cy^2 + Dy^3 + Ey^4.$$

L'intégrale complète de l'équation $\frac{dx}{\sqrt{X}} = \frac{dy}{\sqrt{Y}}$ sera

$$\sqrt{X} + \sqrt{Y} = (x - y)\sqrt{\{a + D(x+y) + E(x+y)^2\}},$$

a étant la constante arbitraire. De cette intégrale on tire

$$a = \left(\frac{\sqrt{X} + \sqrt{Y}}{x - y}\right)^2 - D(x + y) - E(x + y)^2.$$

Si dans cette équation on fait $y = b$, b étant une racine de l'équation $Y = 0$, la valeur de a sera variable tant que $y - b$ sera un facteur simple de Y ; mais si $y - b$ est un facteur multiple, la valeur de a devient constante, comme il est facile de s'en assurer. D'où il suit que l'équation $y = b$ est une intégrale particulière dans le premier cas, et une intégrale incomplète dans le second.

EXEMPLE III.

Proposons-nous l'équation du second ordre

$$y - px + \tfrac{1}{2}qx^2 - q^2 - (p - qx)^2 = 0 \quad (a'),$$

dans laquelle on a fait pour abréger $p = \frac{dy}{dx}$, $q = \frac{ddy}{dx^2}$. Pour avoir les intégrales particulières de cette équation, il faut faire varier y, p, q ; mais comme il n'y a point de dénomi-

nateurs qui résultent de cette variation, il suffit de faire varier q, et d'égaler le coëfficient à zéro; ce qui donne

$$\tfrac{1}{2}x^2 - 2q + 2x(p - qx) = 0.$$

De-là on tire

$$q = \frac{\frac{1}{4}x^3 + px}{1 + x^2};$$

substituant cette valeur dans la proposée, on aura

$$p^2 + (\tfrac{1}{2}x^3 + x)p - \tfrac{1}{16}x^4 - y(1 + x^2) = 0 \quad (b').$$

On s'assure, par la différentiation, que l'équation (b') s'accorde avec la valeur de q, et par conséquent avec la proposée (a'); d'où il suit que l'équation (b') est une intégrale particulière. Pour la réduire à la forme finie, on pourroit intégrer l'équation linéaire $q(1 + x^2) = \frac{1}{4}x^2 + px$, et combiner le résultat avec l'équation (b'); mais il est encore plus simple de mettre l'équation (b') sous la forme

$$\frac{4dy + 2x\,dx + x^3\,dx}{\sqrt{(16y + 4x^2 + x^4)}} = dx\sqrt{(1 + x^2)},$$

d'où l'on tire en intégrant

$$\sqrt{(16y + 4x^2 + x^4)} = x\sqrt{(1 + x^2)} + \mathrm{L}\{x + \sqrt{(1 + x^2)}\} + \alpha. (b'').$$

C'est l'intégrale particulière finie, renfermant une constante arbitraire α. On trouveroit le même résultat au moyen de l'intégrale complète qui est $y = \frac{ax^2}{2} + bx + a^2 + b^2$.

Il est remarquable que l'équation (b') qui est l'intégrale particulière de la proposée, ait elle-même une intégrale particulière. Car en faisant varier p dans cette équation, et égalant à zéro le coëfficient de δp, on a $2p + \frac{1}{2}x^3 + x = 0$, d'où l'on tire $p = -\frac{1}{4}x^3 - \frac{1}{2}x$; substituant cette valeur dans l'équation (b'), on aura

$$y = -\tfrac{1}{4}x^2 - \tfrac{1}{16}x^4 \;\ldots\ldots (c'),$$

équation qui s'accorde avec la valeur de p, et qui est par conséquent l'intégrale particulière de l'équation (b').

Mais cette intégrale particulière, qu'on pourroit appeller de la seconde espèce, ne satisfait point à l'équation du second ordre proposée ; elle n'est donc, par rapport à celle-ci, ni intégrale particulière, ni intégrale incomplète.

C'est une espèce de paradoxe, qu'il est bon d'éclaircir, que l'équation (a'), ayant pour intégrale particulière (b'), et celle-ci ayant de nouveau pour intégrale particulière (c'), l'équation (c') ne satisfait pas à la proposée (a'). En voici la raison *a priori.*

L'équation (b') réduite à la forme finie (b''), donnera en général

$$y = F(x, \alpha),$$

α étant la constante arbitraire. Et puisque l'équation (b') satisfait à la proposée, il faut que celle-ci devienne identique, en y substituant, au lieu de y, p, q, les valeurs

$$y = F, p = \frac{dF}{dx}, \ q = \frac{ddF}{dx^2};$$

par cette substitution α et x disparoîtront en même tems.

Si nous considérons maintenant α comme variable, afin que l'équation $y = F(x, \alpha)$ représente l'intégrale particulière (c'), il faudra qu'on ait

$$\frac{dF}{d\alpha} = 0,$$

et les équations $y = F$, $p = \frac{dF}{dx}$, d'où résulte l'équation (b') par l'élimination de α, resteront les mêmes. Il n'en sera pas ainsi de l'équation $q = \frac{ddF}{dx^2}$; car $\frac{dF}{dx}$ étant maintenant une fonction de x et α, on aura, dans le cas de α variable, $\frac{dp}{dx}$, ou

$$q = \frac{ddF}{dx^2} + \frac{ddF}{dx\,d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dx},$$

valeur qui ne se réduit à $\frac{ddF}{dx^2}$, qu'autant qu'on auroit $\frac{ddF}{dxd\alpha}=0$. Ainsi la supposition de α variable ne peut satisfaire à la même équation du second ordre que celle de α constant, à moins que l'on n'ait $\frac{ddF}{dxd\alpha}=0$; nouvelle condition, qui n'est point une suite de celle qui a déterminé α, et qui étoit $\frac{dF'}{d\alpha}=0$.

EXEMPLE IV.

Soit l'équation du second ordre

$$(xy-1)(2qxy-py+p^2x)^2-p^2xy(y+px)^2=0\ldots.(a').$$

En faisant varier q, et égalant à zéro le coëfficient de la variation, on aura

$$4xy(xy-1)(2qxy-py+p^2x)=0.$$

Des facteurs de cette quantité, il n'y a que $xy-1$ qui s'accorde avec la proposée, et qui donne l'intégrale particulière

$$xy=1.$$

Elle est de deux degrés de différence au-dessous de la proposée, aussi trouveroit-on que le coëfficient de δp, dans la variation de (a'), doit disparoître aussi en faisant $xy=1$.

L'équation proposée a pour l'une de ses intégrales complètes du premier ordre,

$$p^2y-2apxy+a^2x=0,$$

a étant la constante arbitraire. On en tireroit par la variation de a, la même intégrale particulière que ci-dessus.

EXEMPLE V.

Soient les deux équations combinées

$$\left.\begin{array}{l}(y^2 - 2mx)\,dy - m^2 dz + 2my\,dx = 0 \\ z\,dy^2 + y\,dz\,dy + 2m\,dz\,dx = 0\end{array}\right\}(a').$$

Sans les réduire, par voie d'élimination, à une seule entre deux variables, on peut procéder directement à la recherche des intégrales particulières.

S'il existe deux équations entre les variables x, y, z, lesquelles ne soient pas comprises dans l'intégrale complète, ces deux équations ne peuvent contenir au plus qu'une constante arbitraire α. Chassant cette constante, il existera une équation entre x, y, z. Maintenant, si on fait varier y, z, dy, dz dans les équations (a'), et que les variations soient relatives à la constante α, de sorte qu'on ait $\delta y = \mu \delta \alpha$, $\delta z = \nu \delta \alpha$, il doit être possible de faire disparoître entièrement les termes $d\delta y$, $d\delta z$; car en faisant varier y et z dans l'équation finie entre x, y, z, ces sortes de termes n'auroient pas lieu. Or, en général, deux équations telles que (a') donneront des variations de la forme

$$A d\delta y + B d\delta z + C\delta y + D\delta z = 0$$
$$M d\delta y + N d\delta z + P\delta y + Q\delta z = 0,$$

desquelles je suppose qu'on ait chassé les dénominateurs. Prenant un coëfficient indéterminé θ, on en formera l'équation

$$(A + \theta M) d\delta y + (B + \theta N) d\delta z + (C + \theta P)\delta y + (D + \theta Q)\delta z = 0,$$

dans laquelle, pour chasser à la fois $d\delta y$, $d\delta z$, il faut faire $A + \theta M = 0$, et $B + \theta N = 0$, ce qui donne l'équation

$$AN - BM = 0,$$

équation

équation qui doit avoir lieu dans le cas des intégrales particulières.

Dans l'exemple dont il s'agit, comme il n'y a point de dénominateurs, on peut faire varier seulement dy et dz, ce qui donne

$$(z^2-2mx)\,\delta dy - m^2\delta dz + \ldots = 0$$

$$(2zdy+ydz)\,\delta dy + (ydy+2mdx)\,\delta dz + \ldots = 0,$$

d'où l'on tire

$$(y^2-2mx)(ydy+2mdx)+m^2(2zdy+ydz)=0;$$

combinant cette équation avec les équations (a'), on en tire l'équation finie

$$yz - x^2 = 0 \ldots (b');$$

celle-ci donne $z=\frac{x^2}{y}$, $dz=\frac{2x}{y}dx-\frac{x^2}{y^2}dy$; substituant ces valeurs dans les équations (a'), on trouve qu'elles s'accordent entre elles, et qu'il en résulte

$$(y^2-mx)\,dy+2my=0 \qquad (c').$$

Multipliant celle ci par $y^{-\frac{3}{2}}$, et intégrant, on aura

$$3mx+y^2=\alpha\sqrt{y},$$

α étant la constante arbitraire. Donc les équations proposées ont pour intégrales particulières,

$$\left.\begin{array}{l} yz - x^2 = 0 \\ 3mx + y^2 = \alpha\sqrt{y} \end{array}\right\}(d').$$

On trouve la même chose d'une manière assez singulière, en éliminant z des deux équations (a'). Soit pour

abréger $dy = pdx$, $dp = qdx$, le résultat de l'élimination sera

$$(p^3 - mq)(py^2 - mpx + 2my) = 0.$$

ce résultat se trouve donc partagé naturellement en deux facteurs, dont l'un donne l'intégrale particulière, l'autre l'intégrale complète.

En effet l'équation $py^2 - mpx + 2my = 0$, n'est autre chose que l'équation (c'), et par sa combinaison avec les équations proposées, on en tireroit l'équation finie $yz - x^2 = 0$, ce qui donne les intégrales particulières (d').

D'un autre coté l'équation $p^3 - mq = 0$, étant intégrée par les moyens ordinaires, donnera l'intégrale complète

$$(y + a)^2 = 2m(b - x),$$

a et b étant les constantes arbitraires,

Substituant dans les équations (a'), et chassant dz, on a

$$0 = m^2 z + 2mx(y + 2a) + y(y + 2a)^2.$$

ces deux équations combinées formeront l'intégrale complète des équations (a'). On peut, en prenant d'autres constantes, les mettre sous cette forme un peu plus simple.

$$\left.\begin{aligned} yz &= 2ax - a^2 \\ b &= ay + mz \end{aligned}\right\} (e').$$

Au moyen de cette intégrale complète, on auroit immédiatement l'intégrale particulière ci-dessus; il n'y auroit qu'à faire varier les équations (e') par rapport aux constantes a et b, celle de ces équations qui ne renferme que a, donnera $a = x$, et par conséquent $yz = x^2$. Equation finie de laquelle on déduira comme ci-dessus l'intégrale particulière, à l'aide d'une seule intégration.

Sur les intégrales particulières des équations aux différences partielles.

Toute équation aux différences partielles du premier ordre, entre trois variables, a son intégrale généralement représentée par la combinaison de deux équations de cette forme :

$$\left.\begin{array}{l} F(a, x, y, z) = \phi(a) \\ \frac{dF}{da} = \frac{d\phi}{da} \end{array}\right\}$$

dans lesquelles F est une fonction déterminée, ϕ une fonction arbitraire de a, et a une indéterminée. On imagine a éliminée des deux équations, et il reste ainsi une seule équation entre x, y, z, laquelle contient une fonction arbitraire. (*Voyez pour la démonstration, nos Mémoires de* 1787, *pag.* 358.)

Avant d'établir une théorie générale, considérons d'abord un exemple particulier, où nous prendrons une idée de ce que sont les intégrales particulières dans les équations aux différences partielles. Soit l'équation

$$0 = (px - qy)^2 q + 4mx^3 (z - px) \ldots (a'),$$

dans laquelle on a fait $p = \frac{dz}{dx}$, $q = \frac{dz}{dy}$, son intégrale complète est le résultat des deux équations suivantes, où ϕ est une fonction arbitraire de l'indéterminée a, qui doit être éliminée, et où l'on suppose $\frac{d\phi}{da} = \phi'$,

$$\left.\begin{array}{l} \phi^2 - 2ax\phi + az - mxy = 0 \\ (\phi - ax)\phi' - 2x\phi + z = 0 \end{array}\right\} (b').$$

Pour déduire maintenant de cette intégrale complète une intégrale particulière, je regarde la fonction ϕ comme n'étant pas simplement fonction de a ; la partie qui résulte de la

variation de φ, a étant constant, doit être nulle pour satisfaire toujours à l'équation différentielle (a'). La première des équations (b') donnera donc, en faisant varier φ

$$(2\varphi - 2ax)\,\delta\varphi = 0,$$

d'où l'on tire $\varphi = ax$, et cette quantité n'étant pas simplement une fonction de a, il doit en résulter une intégrale particulière, non comprise dans l'intégrale complète. La valeur de φ étant substituée dans les équations (b'), on aura

$$az - mxy - a^2x^2 = 0$$
$$z - 2ax^2 = 0,$$

d'où l'on tire, en éliminant a,

$$z^2 = 4mx^3y,$$

c'est l'intégrale particulière de l'équation proposée.

En général, on voit que la fonction arbitraire sera déterminée par la condition qui donne l'intégrale particulière; de sorte que l'intégrale particulière, bien loin de renfermer une fonction arbitraire comme l'intégrale complète, ne doit pas même renfermer une constante arbitraire.

Il suit de là que si dans l'équation proposée on fait varier les termes $z, \frac{dz}{dx}, \frac{dz}{dy}$, et que le résultat de la variation, après avoir fait disparoître les dénominateurs, soit

$$A\,\delta\frac{dz}{dx} + B\,\delta\frac{dz}{dy} + C\,\delta z = 0,$$

il faut, dans le cas des intégrales particulières, qu'on ait à la fois

$$A = 0,\ B = 0;$$

car si ces coëfficiens n'étoient pas nuls tous deux, on

auroit, pour déterminer δz, l'équation linéaire aux différences partielles

$$A\frac{d.\delta z}{dx}+B\frac{d\delta z}{dy}+C\delta z=0,$$

qui introduiroit nécessairement une fonction arbitraire dans la valeur de δz, et par conséquent dans celle de $z+\delta z$, ce qui ne peut avoir lieu dans le cas des intégrales particulières.

Considérons maintenant les équations aux différences partielles du second ordre. Sans connoître précisément la forme de leurs intégrales finies complètes, on sait qu'elles doivent renfermer deux fonctions arbitraires. De ces deux fonctions, l'une au moins sera déterminée par la condition des intégrales particulières, de sorte que δz ne pourra renfermer au plus qu'une fonction arbitraire, et sera par conséquent déterminé par une équation qui ne s'élevera pas au-dessus du premier degré. Donc si on fait varier dans l'équation proposée les termes

$$\frac{ddz}{dx^2},\ \frac{ddz}{dxdy},\ \frac{ddz}{dy^2},\ \frac{dz}{dx},\ \frac{dz}{dy},\ z,$$

et qu'après avoir chassé les dénominateurs, on égale à zéro les coëfficiens des trois variations

$$\delta\frac{ddz}{dx^2},\ \delta\frac{ddz}{dxdy},\ \delta\frac{ddz}{dy^2},$$

il faudra que ces trois équations aient lieu en même temps, et s'accordent avec la proposée pour donner un résultat commun, qui sera l'intégrale particulière demandée.

On voit que le même procédé auroit lieu semblablement pour les équations plus élevées, et avec tant de variables qu'on voudroit.

Par exemple, si on avoit une équation du premier degré à quatre variables x, y, z, u, dans laquelle on regarde u

comme fonction des trois autres, il faudroit, pour avoir l'intégrale particulière de cette équation, faire varier les termes $\frac{du}{dx}$, $\frac{du}{dy}$, $\frac{du}{dz}$, u, et après avoir fait disparoître les dénominateurs, on égaleroit à zéro les coëfficiens des termes

$$\delta\frac{du}{dx},\ \delta\frac{du}{dy},\ \delta\frac{du}{dz},$$

et on verroit si ces équations peuvent s'accorder avec l'équation proposée, et fournir un résultat commun, qui seroit l'intégrale particulière cherchée.

EXEMPLE.

Reprenons l'équation

$$(px-qy)^2q+4mx^3(z-px)=0$$

dans laquelle on a fait $p=\frac{dz}{dx}$, $q=\frac{dz}{dy}$. La variation prise par rapport à p, q, z, donnera

$$\{2qx(px-qy)-4mx^4\}\delta p$$
$$+\{(px-qy)^2-2qy(px-qy)\}\delta q$$
$$+4mx^3\delta z=0.$$

Egalant à zéro les coëfficiens de δp et δq, on aura

$$q(px-qy)-2mx^3=0$$
$$(px-qy)(px-3qy)=0.$$

Ces deux équations s'accordent avec la proposée, en prenant $px=3qy$, et de-là résulte l'intégrale particulière

$$z^2=4mx^3y,$$

comme on l'a trouvée ci-dessus par l'intégrale complète.

Remarques sur les tautochrones.

Soit x l'arc parcouru depuis la verticale dans le temps t, a l'arc entier qui doit être parcouru en vertu de la vitesse initiale; soient X et A des fonctions semblables de x et de a. Si on suppose en général l'expression du tems $t = \phi\left(\frac{X}{A}\right)$, et que la fonction X s'évanouisse lorsque $X = o$, le temps employé à parcourir l'arc a sera constant, et la propriété du tautochronisme aura lieu.

Appellons encore u la vitesse et p la force retardatrice, ce qui donne $u\,dt = dx$, $u\,du + p\,dx = o$; différentiant l'équation $t = \phi\left(\frac{X}{A}\right)$, et supposant $dX = X'\,dx$, $d\phi(z) = dz\,\phi'(z)$, nous aurons $\frac{dt}{dx}$ ou $\frac{1}{u} = \frac{X'}{A}\phi'\left(\frac{X}{A}\right) = \frac{X'}{X}\cdot\frac{X}{A}\phi'\left(\frac{X}{A}\right)$. Soit $\frac{X'}{X} = \lambda$, et puisque $\frac{1}{u\lambda} = \frac{X}{A}\phi'\left(\frac{X}{A}\right)$, on peut supposer réciproquement que $\frac{X}{A}$ est une fonction de $u\lambda$; désignant cette fonction par ψ, nous aurons

$$\frac{X}{A} = \psi(u\lambda).$$

Cette équation étant différentiée par logarithmes, afin de chasser A, et faisant $d\lambda = \lambda'\,dx$, on aura

$$\frac{X'}{X} = \left(\frac{du}{u\,dx} + \frac{\lambda'}{\lambda}\right)\frac{\psi'}{\psi};$$

mettant à la place de $\frac{du}{a\,x}$ sa valeur $-\frac{p}{u}$, on aura $\lambda = \left(\frac{\lambda'}{\lambda} - \frac{p}{u^2}\right)\frac{\psi'}{\psi}$, d'où l'on tire $p = \frac{\lambda'}{\lambda}u^2 - u^2\lambda.\frac{\psi}{\psi'}$, ou plus simplement

$$p = \frac{\lambda'}{\lambda}u^2 + u\,F(u\lambda).$$

C'est la valeur la plus générale de p dans l'hypothèse que t

soit une fonction de $\frac{X}{A}$, hypothèse qui est bien loin de représenter tous les cas du tautochronisme. Aussi la valeur de p est-elle très limitée, malgré la généralité de la fonction arbitraire F, et de la quantité λ pour laquelle on peut prendre une fonction quelconque de x, pourvu que cette fonction devienne infinie, lorsque $x = 0$. Car ayant fait $\lambda = \frac{X'}{X}$, et X s'évanouissant lorsque $x = 0$, il est clair que λ devient infini dans le même cas.

Un savant géomètre a remarqué que pour satisfaire à tous les cas du tautochronisme, il faudroit supposer

$$t = \phi\left(\frac{X}{A}, \frac{X1}{A1}\right),$$

X 1 et A 1 étant de nouvelles fonctions semblables de x et de a, telles que X 1 s'évanouisse lorsque $x = 0$. J'observerai ultérieurement que cette formule ne perdroit point de sa généralité, en particularisant les fonctions X et X 1; ainsi on peut prendre $X = x$, et $X1 = x^2 + mx$, et la formule qui satisfera à tous les cas, sera $t = \phi\left(\frac{x}{a}, \frac{x^2+mx}{a^2+ma}\right)$, ou simplement

$$t = \phi\left(\frac{x}{a}, \frac{x+m}{a+m}\right),$$

pourvu que dans cette dernière forme ϕ s'évanouisse lorsque $x = 0$. Il faudroit donc, pour résoudre complètement le problême, pouvoir tirer, par la différentiation de cette formule, une valeur de p qui ne renfermât que les variables u et x; mais c'est ce qui n'est pas praticable en général. Il ne paroît pas même que la méthode précédente soit susceptible d'être appliquée à d'autres cas de tautochronisme.

Observons qu'en partant de la valeur de p que nous avons trouvée, l'équation $u\,du + p\,dx = 0$ est toujours intégrable par la séparation des variables; car en substituant cette valeur on a

$$u\,du + \frac{u^2 \lambda' dx}{\lambda} + u\,dx\,F(u\lambda) = 0,$$

d'où l'on tire, à cause de $\lambda' dx = d\lambda$,

$$\frac{d(u\lambda)}{F(u\lambda)} + \lambda dx = 0.$$

On peut supposer que cette équation donne la valeur de $u\lambda$, et par conséquent celle de u en x; ensuite l'expression de temps se trouvera par la formule $\int \frac{dx}{u}$. Mais on peut avoir immédiatement cette expression par une seule intégration, car on a $\frac{dx}{u}$, ou

$$dt = \frac{-d(u\lambda)}{u\lambda F(u\lambda)};$$

et si on fait attention aux limites de l'intégrale, l'une lorsque $x = 0$, ou $\lambda = \infty$, l'autre lorsque $u = 0$, on verra que le temps total employé à parcourir l'arc a est exprimé par l'intégrale

$$\int \frac{d\theta}{\theta F(\theta)},$$

prise depuis $\theta = 0$, jusqu'à $\theta = \infty$; d'où l'on voit qu'en effet cette intégrale est indépendante de l'arc parcouru.

REMARQUES

Sur les Muscles situés à la partie antérieure du col.

PAR RAPHAEL-BIENVENU SABATIER.

LE célèbre Winslow s'étoit apperçu en traitant du dénombrement des muscles, que ces organes ayant des usages très-variés, c'étoit s'exposer à en donner de fausses idées, que de les classer conformément à ces usages ; en conséquence, il a abandonné les noms tirés des parties aux mouvemens desquelles on croyoit que les muscles étoient destinés, et des fonctions qui leur avoient été attribuées, pour leur en substituer qui désignassent seulement leurs attaches, ou quelques autres circonstances. Cette réforme prévenoit bien des erreurs ; mais elle ne facilitoit pas l'étude de la partie de l'anatomie qui traite des muscles. Albinus, profitant sans doute des idées de ce grand maître, a imaginé, quelque temps après, de décrire ces organes suivant l'ordre de leur position, sans avoir égard aux parties qu'ils doivent mouvoir. Il a divisé le corps en quarante-huit régions, dont quarante-cinq sont communes aux deux sexes, deux sont propres à l'homme, et une à la femme. En développant les uns après les autres les muscles qui se rencontrent dans ces régions, il en a fait connoître les rapports avec autant de facilité qu'ils étoient difficiles à saisir auparavant. Quoique cette excellente méthode soit connue depuis 1734, je crois être le premier, et peut-être le seul qui l'ait adoptée, au moins en France. J'ai aussi divisé le corps en plusieurs régions. Des raisons particulières que j'ai exposées dans

mon ouvrage, ne m'ont permis d'en admettre que vingt-huit. Celle qui traite des muscles situés au-devant du col, est la vingtième; elle ne renferme pas tous les muscles qu'Albinus a fait entrer dans cette classe. Je n'y ai compris que les peauciers, les sterno-cleïdo-mastoïdiens, les digastriques, le mylo, les génio, stylo, omoplat et sterno-hyoïdiens, et les hyo et sterno-thyroïdiens. J'ai donné à l'exposition de ces muscles toute l'étendue et le développement nécessaire à un ouvrage destiné à l'instruction. Il m'a paru depuis qu'elle pouvoit être faite avec plus d'exactitude. Les remarques qui font le sujet de ce mémoire montreront avec quelle attention je m'en suis occupé.

Les Peauciers.

L'étendue des peauciers est considérable puisqu'ils montent depuis le devant de la poitrine et le sommet de l'épaule, un pouce, au moins, au-dessous de la clavicule et de l'acromion jusqu'au menton, au bord inférieur de l'arcade zigomatique, et au bas du cartilage dont le conduit auditif est en partie formé. Ces muscles de peu d'épaisseur à la partie moyenne du col, sont fort minces en bas et en haut. Inférieurement leurs fibres se perdent dans le tissu cellulaire, et peut-être dans les tégumens. Partout ailleurs ils sont sans adhérence avec eux, de sorte qu'on ne peut les comparer au pannicule charnu des animaux, ni même avec quelques-uns des muscles du corps humain qui tiennent fortement à la peau, tels que l'orbiculaire des paupières, celui des lèvres et le palmaire cutané. Supérieurement, les peauciers aboutissent à diverses parties. Dans le plus grand nombre des sujets, ils se fixent au menton au-dessous du muscle abaisseur de la lèvre inférieure et des deux abaisseurs des angles des lèvres : mais il y en a quelques-uns où ils envoyent au premier de ces muscles un petit nombre de fibres qui s'unissent et se confondent avec lui. Au-delà des abaisseurs des angles des lèvres, et jusques vers l'angle de la machoire, ils passent par dessus le bord inférieur de ces os, et se terminent sous les tégumens des joues. En cet endroit leurs

fibres se contournent de dehors en dedans, et forment une courbe dont la concavité regarde les angles des lèvres, et dont la convexité est tournée en dehors. Celles qui sont voisines de l'abaisseur de l'angle des lévres, s'enfoncent derrière ce muscle d'avec lequel il est impossible de les séparer. Celles qui viennent ensuite, plus minces, se perdent dans les tégumens. On en voit qui montent jusqu'au bas de l'arcade zygomatique où elles paroissent se terminer. Plus loin, et au-delà du bord postérieur des massèters, les peauciers disparoissent presqu'en entier, et ne forment plus qu'une aponévrose qu'on a peine à discerner d'avec le tissu cellulaire. Ils présentent une couche membraneuse assez ferme, qui s'étend au-devant des glandes parotides et qui les couvre. Plusieurs croyent que les peauciers envoyent en arrière des fibres charnues qui vont jusqu'au bas du cartilage de l'oreille, et qui servent à aggrandir l'ouverture du conduit auditif. C'est ce que Riolan appelloit *portio musculi cutanei, suprà parotidem, ad aurem adcendentis*. Albinus les décrit comme une partie constante. M. de Haller, dit au contraire, qu'elles se rencontrent rarement. Mes nombreuses dissections ne m'en ont offert aucun exemple.

Les peauciers sont assez écartés à leur partie inférieure. Ils se rapprochent en montant; mais leurs bords internes ne se touchent que quand ils sont arrivés au menton. Ils s'entrecroisent même en ce lieu dans une étendue plus ou moins grande, et d'une manière telle que c'est celui du côté droit dont les fibres passent au-dessous de l'autre. Quelquefois le gauche envoye un faisceau très marqué qui passe au-dessous de celles qui appartiennent au côté droit, de sorte que l'entrecroisement est double. J'ai vu des cas dans lesquels il y avoit en outre un faisceau de fibres transversales qui n'appartenoient ni à l'un ni à l'autre peaucier, et qui se portant à droite et à gauche, au-dessous de la portion du menton qui est entre les muscles abaisseurs des angles des lèvres, couvroit la partie supérieure des peauciers, et sembloit les brider.

Les bords postérieurs des peauciers sont plus minces que leurs bords antérieurs. Ils sont moins bien tranchés. Les fibres qui les forment, plus écartées et moins fortes, dégénèrent en une toile celluleuse qui s'étend derrière les sterno-mastoïdiens, et qui n'est pas trop distincte du tissu graisseux qui se rencontre en cet endroit. Winslow croyoit que ces fibres alloient se terminer à la calotte aponévrotique du crâne. Cette calotte qu'il décrit comme une espèce de capuchon qui, après avoir couvert le sommet de la tête, descend en arrière, et principalement sur les côtés, pour s'étendre sur les parties latérales du col, a été long-tems le sujet de mes recherches. L'autorité d'un anatomiste aussi distingué me faisoit craindre de ne pas savoir la reconnoître. Je me suis enfin convaincu qu'il n'existe en ces parties qu'un tissu cellulaire dont la structure est plus dense et plus serrée que celle de ce même tissu qui est répandu sous le reste des tégumens, et qui semble faire une enveloppe différente de celle que le tissu cellulaire commun fournit par-tout ailleurs.

L'incertitude qui règne sur les usages des muscles peauciers est aussi extraordinaire, que le peu d'exactitude qu'on a mis à les décrire. On hésite à croire qu'ils servent efficacement à l'abaissement de la mâchoire inférieure; Winslow ne les croit propres qu'à élever les tégumens du col. Albinus, en parlant de leur action sur le menton, pense qu'il est difficile de se décider à ce sujet. *Difficile dictu, quamquam non putarem*. Cependant, ils se fixent à cette partie dans une assez grande étendue, et c'est de toutes celles de la mâchoire inférieure, celle qui est le plus éloignée du centre de son mouvement, de sorte que les peauciers agissent sur elle par un levier dont la longueur est représentée par la distance qui sépare le menton d'avec la partie la plus reculée des angles des mâchoires. Aussi M. de Haller ne doute-t-il pas qu'il ne faille les mettre au nombre des muscles qui servent à l'abaissement de cette partie. Il leur attribue aussi l'usage d'aider les muscles des lèvres dans leurs mouvemens,

et même de tirer en bas le cartilage qui forme le conduit auditif. Il en est un autre qui ne paroît pas moins évident, et sur lequel on n'a pas assez insisté, en supposant qu'il n'ait pas totalement échappé à ceux qui m'ont précédé. C'est celui d'exercer sur les glandes parotides et sur les glandes maxillaires qu'ils couvrent, une pression qui détermine la liqueur séparée dans ces glandes à couler le long de leurs conduits extérieurs, et à se porter dans la bouche. Il est certain du moins, que c'est principalement dans le temps où les mâchoires sont en action, que cette liqueur sort avec le plus d'abondance : et si l'on suppose que les glandes parotides soient à l'abri de toute compression de la part des peauciers, je ne vois d'autres agens qui puissent accélérer le cours de la salive dans leurs tuyaux extérieurs, que le ballottement et la pression légère qu'exercent sur elles les branches de la mâchoire inférieure, et les mouvemens plus foibles encore des muscles ptérigoïdiens internes.

Les Sterno-cléïdo-mastoïdiens.

Les sterno-cléïdo-mastoïdiens sont-ils des muscles formés chacun de deux portions écartées en bas et réunies en haut, pour ne plus faire qu'un seul corps musculeux dont le tendon aille se fixer au voisinage de l'apophyse mastoïde, ou sont-ils composés de deux parties foiblement unies que l'on puisse séparer dans toute leur étendue, et dont la plus extérieure doive être appellée muscle sterno-mastoïdien, et l'intérieure muscle cléïdo-mastoïdien, comme l'a fait Albinus? Il y a long-tems que cette division a lieu, et elle me paroît remonter à Galien. Eustache, qui l'adopte, dit que mal-à-propos on inculpe Galien à ce sujet, puisque rien n'est plus facile que de désunir les deux portions des sterno-cléïdo-mastoïdiens. Il tire même de la description que ce médecin en a donnée la preuve qu'il avoit souvent travaillé sur des cadavres humains, puisque sur les singes, ces portions musculeuses sont plus intimément jointes ensemble. Quoiqu'il en soit, il arrive fréquemment, dans l'homme, qu'elles ne soient liées que par un tissu cellulaire assez lâche, qui permet de

les séparer dans toute leur longueur, pendant qu'en d'autres cas, elles sont tellement unies que cette séparation est impossible. Elles forment alors un muscle double dont le tendon replié sur lui même, peut être comparé avec le tendon par lequel le grand pectoral se fixe au bord antérieur de la gouttière bicipitale de l'humérus, et aux tendons réunis du grand dorsal et du grand rond, à l'endroit où ils vont se terminer au bord postérieur de cette gouttière.

La portion attachée au sternum est beaucoup plus épaisse et monte dans une direction assez oblique de bas en haut, et de devant en arrière. Son tendon, plus épais en-devant et en-dedans, plus mince et charnu en-dehors, descend au-devant de la première pièce du sternum, sept à huit lignes au-dessous du bord supérieur de cet os. Il y est reçu dans une échancrure du grand pectoral, et séparé de ce muscle par une substance ligamenteuse qui a quelque analogie avec celle qui se trouve entre la partie supérieure du psoas et la portion voisine du petit muscle du diaphragme. La portion fixée à la clavicule y occupe plus ou moins d'espace. Elle tient au bord supérieur de cet os par des fibres tendineuses plus longues en devant, plus courtes en arrière, et dont la réunion forme un tendon plus large et plus mince que l'autre. L'intervalle qui les sépare n'est rempli que de tissu cellulaire, et leur réunion apparente se fait tantôt plus haut, tantôt plus bas, mais jamais à moins de deux pouces de leur insertion.

Le lieu où s'attache le tendon supérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien, n'a pas été déterminé d'une manière précise. Douglas, un de ceux qui se sont occupé avec le plus de soin de la description des muscles, dit que ce tendon large et mince, se fixe à la pointe ou partie extérieure de l'apophyse mastoïde, et que de-là, il s'étend en arrière sur le reste de cette apophyse, jusqu'auprès de la suture lambdoïde. Albinus le fait monter à la partie externe de l'apophyse mastoïde, depuis l'extrémité de cette apophyse jus-

qu'à sa partie supérieure, *ab imò ad summum*, d'où il s'étend en arrière sur la partie voisine de l'occipital. Winslow, plus exact que ceux qui l'ont précédé, convient que ce tendon couvre l'apophyse mastoïde jusqu'à sa partie supérieure et postérieure où il se termine, et qu'il s'étend ensuite vers l'occipital. La description que j'en ai donnée dans mon Traité complet d'Anatomie, porte qu'il monte au-dessus de l'apophyse mastoïde, à la base de laquelle il s'attache, après quoi il continue de se fixer à la partie latérale de l'arcade occipitale supérieure, dans une étendue de deux pouces. Mes dernières observations m'apprennent qu'il embrasse et couvre effectivement l'apophyse mastoïde pour se terminer à sa base et à l'arcade occipitale supérieure dont chacun des tendons dont il s'agit occupe le tiers externe. La partie antérieure de ce tendon, plus épaisse que l'autre, puisqu'elle est formée par la réunion des deux muscles qui composent les sterno-cléïdo-mastoïdiens, pourroit entraîner la tête dans le sens de la fléxion, parce que le devant de l'apophyse mastoïde est un peu antérieur aux condyles de l'occipital; mais son action est compensée par celle de sa partie postérieure, qui s'étendant au loin en arrière, s'écarte de ces condyles et agit sur eux par un levier plus alongé.

Ce que Winslow a dit de la manière d'agir des sterno-cléïdo-mastoïdiens paroissoit ne rien laisser à désirer. Il a rendu compte des mouvemens qu'ils peuvent exercer dans toutes les suppositions possibles. Leur influence sur la charpente de la poitrine lui a été connue, puisqu'il a observé que les muscles droits du ventre entrent en contraction chez les personnes qui étant couchées à la renverse, font effort pour soulever la tête de dessus le plan sur lequel elle porte. Il n'y avoit qu'un pas à faire pour voir que dans les cas où les muscles de la tête et du col retiennent ces parties, la contraction des sterno-cléïdo-mastoïdiens, peut soulever le sternum et la clavicule, et fournir au muscle souclavier un appui pour déterminer son action sur la première côte. M. Haller a réparé

réparé cette omission, et a montré qu'il y a des circonstances où les sterno-cléïdo-mastoïdiens peuvent être mis au nombre des muscles inspirateurs, ce qui fournit un exemple très-marqué de l'influence des muscles sur des parties éloignées, et de leurs simultanéité d'action dans des cas où des personnes, par inattention, croient qu'il n'y en a qu'un petit nombre d'employés.

Les digastriques.

Il faut détacher les sterno-cléïdo-mastoïdiens d'avec le sternum et la clavicule, et les renverser de bas en haut pour bien voir les digastriques dont le ventre postérieur, situé profondément derrière la partie supérieure de ces muscles, en est en partie caché. On apperçoit alors distinctement leur insertion postérieure à la rainure mastoïdienne, leur direction inclinée de haut en bas, de dehors en dedans et de derrière en devant, puis de bas en haut, de dehors en dedans, et toujours de derrière en devant, le tendon qui sépare les deux ventres qui les forment, la courbure de ce tendon, et ses connexions avec l'os hyoïde : ce sont ces connexions que je me suis particulièrement appliqué à connoître. Le tendon mitoyen des digastriques approche assez de la partie latérale du corps de l'os hyoïde, mais il n'y est fixé que par une substance membraneuse large d'une ligne et demie ou deux lignes, dont la longueur varie dans les différents sujets. Je l'ai quelquefois trouvée de huit lignes et plus; elle a l'apparence d'une bride qui embrasse la partie supérieure du tendon et dont les extrémités vont aboutir à l'os hyoïde, après avoir couvert la partie voisine du mylo-hyoïdien auquel elles sont extrêmement adhérentes. On croiroit que cette bride fait fonction de poulie, qu'elle renferme une cavité dans laquelle glisse le tendon, et qu'elle lui permet de se mouvoir de devant en arrière et de derrière en devant. Quoique depuis long-temps le plus grand nombre des anatomistes convienne que la substance ligamenteuse dont il s'agit n'offre aucune cavité dans laquelle le tendon du digastrique puisse se mouvoir librement, il pourroit le faire, si le ventre antérieur de

ce muscle ne donnoit le long de son bord interne une aponévrose forte, qui commence depuis le lieu où il cesse de toucher celui du côté opposé, et qui continue à s'en séparer jusqu'à l'endroit où leurs tendons avoisinent le plus l'os hyoïde. Cette aponévrose naît de ce ventre et du tendon auquel il donne naissance. Celle du côté droit se joint à celle du côté opposé. Sans doute, leurs fibres s'entrecroisent, ce que leur ténuité ne permet pas de distinguer, et la toile qui résulte de leur union, se colle intimément avec l'aponévrose de la partie inférieure et moyenne du mylo-hyoïdien, pour se terminer au bord supérieur de presque tout le corps de l'os hyoïde. C'est l'aponévrose dont il s'agit qui retient le ventre antérieur des digastriques, et qui l'empêche d'obéir à l'action de leur ventre postérieur; comme elle s'oppose à ce que leur partie antérieure entraîne jamais la postérieure vers elle. Ces deux parties ont donc une destination différente, ainsi que M. Ferrein, guidé par les excellentes notions que Monro avoit données sur l'action de ces muscles, l'a dit dans un des mémoires qu'il a publiés dans le volume de l'académie, pour 1744. L'antérieure agit principalement sur la mâchoire inférieure qu'elle abaisse, et la postérieure sur la supérieure qu'elle élève.

Les stylo-hyoïdiens.

Cette dernière est manifestement aidée par le stylo-hyoïdien, muscle grêle qui l'accompagne, et dont le nom indique suffisamment les attaches. Les petits muscles dont il est question, ont ceci de singulier, que lorsqu'ils sont prêts à se terminer à l'os hyoïde, ils se partagent en deux bandelettes inégales, une antérieure plus épaisse qui passe au-devant du tendon mitoyen du digastrique, et qui dégénère en un tendon court et mince qui s'attache à l'os hyoïde, vers l'endroit où le corps de cet os s'unit avec ses grandes et ses petites cornes; une postérieure, plus foible, laquelle passe derrière ce tendon, et disparoît aux yeux de l'observateur. Il faut une attention assez suivie pour voir que, suivant la remarque de M. Ferrein, cette languette postérieure des stylo-hyoïdiens ne va point à l'os hyoïde, comme l'autre, mais qu'elle se colle

à la face postérieure du tendon mitoyen des digastriques, et qu'elle se confond avec les fibres dont ils sont composés, de sorte que les digastriques sont vraiement des muscles à trois ventres, dont deux sont postérieurs, et le troisième antérieur. Le lieu où les deux languettes se séparent, offre encore l'apparence d'une poulie destinée au passage du tendon des digastriques. Ainsi ce tendon en traverseroit deux, une postérieure entièrement charnue, l'autre, antérieure et ligamenteuse, telle que je l'ai décrite il n'y a qu'un moment.

Les stylo-hyoïdiens étant en quelque manière les coadjuteurs des ventres postérieurs des digastriques, ils partagent toutes leurs fonctions, c'est-à-dire, que comme eux, non-seulement ils agissent sur la mâchoire supérieure qu'ils renversent en arrière pour l'ouverture de la bouche, soit que cette ouverture dépende de l'écartement des deux mâchoires ou qu'elle soit l'effet de l'élévation de la supérieure seule; mais encore ils exercent leur action sur l'os hyoïde, qu'ils suspendent et retiennent dans le lieu que cet os occupe, et qu'ils relèvent et portent en arrière lorsqu'il est nécessaire, ou lorsqu'il a été entraîné en bas et en devant. Ils sont puissament aidés dans cette dernière fonction par deux portions musculeuses que les anatomistes ont mis au nombre de celles qui sont destinées à mouvoir le pharinx, quoiqu'elles appartiennent évidemment à l'os hyoïde, et auxquelles ils ont donné des noms relatifs à l'idée qu'ils s'en sont formé.

On sait que la paroi membraneuse du pharinx est fortifiée par des fibres charnues qui viennent de toutes les parties voisines. L'apophyse basilaire de l'occipital, la racine et le bord postérieur de l'aile interne de l'apophyse ptérigoïde, le crochet qui termine cette aîle, les apophyses pierreuses et styloïdes du temporal, la substance ligamenteuse qui du crochet ptérigoïdien se porte à la mâchoire inférieure, la langue, l'os hyoïde, enfin les deux grands cartilages du larinx, lui en fournissent qui s'y rendent dans toutes les directions, et qui se réunissent en arrière, à une espèce de ligne blanche

Les céphalo-hyoïdiens.

qui régne sur sa longueur, et qui est tantôt plus, tantôt moins marquée. Les faisceaux que ces fibres présentent ont paru être autant de muscles distincts. Douglas, qui le premier a cru devoir leur donner des noms au moyen desquels on pût les reconnoître, a désigné les portions musculeuses dont je veux parler, sous celui de céphalo-pharingiens. Il en a fait deux muscles qui de l'occipital où ils sont unis en pointe, se répandent en dehors et en bas sur les parois postérieures et latérales du pharinx. Winslow les a nommés et décrits de même. Santorini n'en a fait qu'un seul muscle qu'il nomme *Musculus pharingis solitarius, seu azigos.* Enfin Albinus, après avoir établi que le plus grand nombre des muscles du pharinx se rassemblent pour former trois constricteurs dont un est inférieur, l'autre moyen, et le troisième supérieur, regarde les portions musculeuses en question, comme une partie du constricteur moyen. Il les fait s'élever du voisinage de la petite corne de l'os hyoïde, et quelquefois de cette corne et de la racine de la grande, d'où elles vont se porter à l'occipital. Winslow a aussi parlé des fibres que la partie supérieure du pharinx reçoit de chacune des parties latérales de l'os hyoïde, derrière les muscles hyo-glosses. Il en fait des muscles particuliers qu'il appelle hyo-pharingiens, sans s'appercevoir du double emploi auquel sa description donne lieu. Il est certain, en effet, que ce qu'il nomme les hyo-pharingiens, ne sont que la partie inférieure de ce qu'il a appellé les céphalo-pharingiens, et que ces prétendus muscles du pharinx peuvent bien agir sur ce sac dont ils rapprochent les parois de derrière en devant, mais qu'ils exercent leur action principale sur l'os hyoïde, qu'ils tiennent suspendu, et qu'ils élèvent et portent en arrière. Les muscles céphalo et hyo-pharingiens, tant du côté droit que du côté gauche, n'en font qu'un seul, lequel étant fixé d'une part à l'occipital, et de l'autre à l'os hyoïde, ne peut mouvoir que le dernier de ces os, et doit porter le nom de céphalo-hyoïdien. Quoique la plupart des fibres dont il est formé

se réunissent à celles du côté opposé, et qu'il n'y ait que les supérieures qui atteignent l'occipital, toutes empruntent leur force du point d'adhésion que son apophyse basilaire leur fournit.

Le mylo-hyoïdien, muscle impair aussi, placé en partie au-dessous du ventre antérieur des digastriques, et qui dans sa longueur occupe tout l'espace qui se voit au dedans de l'arc de la mâchoire inférieure, présente une structure analogue à celle du céphalo-hyodien; comme ce muscle, il est formé de fibres dont le plus grand nombre se termine à un tendon mitoyen auquel elles se rendent comme les barbes d'une plume à la tige qui les soutient. On l'a comparé à une sangle sur laquelle reposent deux autres muscles qui sont particulièrement destinés aux mouvemens de l'os hyoïde et de la mâchoire inférieure, une partie des glandes maxillaires, les glandes sublinguales et la langue. Il se fixe en arrière et en bas au bord supérieur de l'os hyoïde, par des fibres long-tems charnues et tendineuses à leur dernière extrémité seulement, lesquelles répondent à ses parties latérales et postérieures, et par une aponévrose mince qui en occupe la partie moyenne. Cette aponévrose est assez intimément unie à celle que fournissent les digastriques, pour qu'on ait quelque peine à les séparer. Presque toutes les fibres du mylo-hyoïdien vont de devant en arrière et de haut en bas, excepté vers le menton où elles ont moins d'obliquité et paroissent en quelque sorte transversales. Le tendon mitoyen auquel le plus grand nombre se termine, est plus marqué à sa face supérieure qu'à l'inférieure: mais, en même-temps, il est par-tout assez foible pour qu'on ait lieu d'être surpris que le mylo-hyoïdien ait été regardé, par les plus habiles anatomistes, comme formé de deux muscles différens, et rangé par eux au nombre des muscles digastriques. Outre ses usages relatifs aux mouvemens de l'os hyoïde et de la mâchoire inférieure, le mylo-hyoïdien exerce sur les glandes sublinguales et sur une partie des maxillaires une action qui dé-

Le mylo-hyoïdien.

termine une excrétion plus facile, et, peut-être, une sécrétion plus abondante de la liqueur que ces glandes philtrent. Il augmente aussi la force des muscles au-dessous desquels il est placé.

Les génio-hyoïdiens.

Les seuls de ces muscles dont je me sois proposé de faire mention, sont les génio-hyoïdiens dont la manière d'agir a beaucoup de resemblance avec la sienne, en ce qui concerne les mouvemens de l'os hyoïde, et ceux de la mâchoire inférieure, et qui ne m'ont rien offert d'intéressant, si ce n'est qu'ils sont doubles en quelques sujets, de sorte qu'il y en a deux inférieurs et deux supérieurs. Cette variété qui n'est pas rare, n'a pas été remarquée comme elle auroit pu l'être, dans les ouvrages où les muscles ont été décrits avec exactitude.

Les omoplat-hyoïdiens.

Il me reste à parler de ceux de ces organes qui sont situés au-dessous de l'os hyoïde. Les premiers qui se présentent sont les omoplat-hyoïdiens. Ils s'élèvent obliquement du bord supérieur de l'omoplate, au bord inférieur et à la partie latérale du corps de l'os hyoïde. Leur insertion à l'omoplate varie en ce qu'elle occupe plus ou moins d'espace, et en ce qu'elle est plus loin ou plus près de l'apophyse-coracoïde. Il y a des sujets où elle s'étend jusqu'à cette apophyse : d'autres où ces muscles sont fixés par une expansion membraneuse à la portion humérale de la clavicule. Il est très connu que les omoplat-hyoïdiens sont faits de deux corps charnus réunis par un tendon commun. Ce tendon est plus près de leur extrémité supérieure que de l'inférieure : il répond à l'endroit où les omoplat-hyoïdiens s'entre croisent avec les sterno-cléido-mastoïdiens, et se trouve entre ces muscles et la veine jugulaire interne. On pourroit croire qu'il est l'effet de la pression qu'ils éprouvent de la part des sterno-cléïdo-mastoïdiens, et que le but de la nature, en le formant, a été de diminuer celle que les muscles auxquels il appartient, pourroient exercer sur la veine dont ils croisent la direction. Les variétés que ce tendon offre, sont de peu de

conséquence, mais assez nombreuses. Il est quelquefois très-marqué; quelquefois ses fibres ont la mollesse et la rougeur qui caractérise les fibres charnues. Enfin, il arrive souvent qu'il n'occupe qu'une partie de l'épaisseur du muscle à l'endroit de son rétrécissement. Le ventre supérieur des omoplato-hyoïdiens finit par un tendon mince et aplati, qui passe au-devant de l'extrémité supérieure et du bord externe des sterno-hyoïdiens.

Ceux-ci ont la forme de rubans larges et minces, qui montent du sternum au bas du corps de l'os hyoïde. Ils sont assez écartés à leur partie inférieure, et se rapprochent, mais sans se toucher, excepté à leur dernière extrémité, où ils sont en quelque sorte unis par un tissu cellulaire assez dense, non par une espèce de ligne blanche, ainsi que Winslow l'a avancé. Ils ont plus d'un pouce de largeur à leur attache au sternum, et ils se rétrécissent insensiblement à mesure qu'ils se portent vers l'os hyoïde, où ils se terminent par un tendon applati qui a peu de longueur. Leur insertion au sternum est à la face postérieure de la première pièce de cet os, à celle de son articulation avec la tête de la clavicule, et même par quelques fibres à celle du ligament transversal qui unit cette tête à celle du côté opposé. Ils présentent quelquefois, à peu de distance au-dessus du sternum, une intersection tendineuse qui paroît également sur leurs deux faces, et qui descend du bord externe à l'interne. Cette disposition si remarquable aux muscles droits du ventre, a été diversement expliquée par les anatomistes, et d'une manière très-ingénieuse par M. Bertin, dans un mémoire publié parmi ceux de l'Académie, pour l'année 1746: mais aucune des causes qui lui ont été assignées n'est appliquable ici.

Sterno-hyoïdiens.

Les sterno-hyoïdiens couvrent en grande partie les hyo et les sterno-thyroïdiens. Les premiers courts et larges descendent de la partie latérale et inférieure du corps de l'os hyoïde et du bord inférieur de la portion interne de la grande corne de cet os, jusqu'à la face externe du cartilage-thyroïde. Pour

Les hyo-thyroidiens.

bien faire connoître leur insertion à ce cartilage, je dois faire observer qu'il présente latéralement une avance assez peu marquée, excepté à ses deux extrémités, laquelle descend obliquement de haut en bas et de dehors en dedans, depuis la racine de sa corne supérieure jusqu'à l'angle qui sépare l'échancrure moyenne de son bord inférieur d'avec les les échancrures latérales de ce même bord. C'est à cette avance que sont attachés les hyo-thyroïdiens dont les fibres internes sont plus longues, et les externes plus courtes. Ils ne s'y terminent pas totalement. Quelques-unes de leurs fibres descendent au-delà pour se continuer avec celles des sterno-thyroïdiens. On trouve entre leurs bords internes un intervalle d'environ six lignes, lequel est occupé en divers sujets par une production musculeuse qui appartient à la glande thyroïde, et qu'on a regardé, avec raison, comme un muscle suspenseur de cette glande; mais cette production manque souvent, de sorte que la partie antérieure et moyenne du larinx, et sur-tout l'intervalle membraneux qui sépare le bord inférieur du cartilage thyroïde d'avec les bords supérieurs du cartilage cricoïde, est presque entièrement à nud, et n'est couvert que par le tissu cellulaire qui unit les sterno-hyoïdiens et par les tégumens. Je reviendrai sur cette observation qui s'applique utilement à l'une des opérations les plus importantes de la chirurgie, dans un mémoire sur la structure du larinx et sur celle de la trachée-artère, qui suivra celui-ci.

Les sterno-thyroïdiens montent sur les côtés de la trachée artère, depuis la face interne et postérieure de la première pièce du sternum et celle du cartilage de la première côte, jusqu'au bas de l'avance oblique du cartilage thyroïde dont il a été fait mention il n'y a qu'un moment. Ces muscles situés derrière les sterno-hyoïdiens en imitent la forme, mais ils sont plus larges. Cette largeur est sur-tout considérable au dedans de la poitrine, où leurs bords internes se touchent et même s'entrecroisent par des faisçeaux qui passent

sent de l'un à l'autre : elle n'est pas moindre de deux pouces. Ils se rétrécissent et s'écartent mutuellement à mesure qu'ils se portent en haut, de sorte qu'au devant de la trachée artère et de la glande thyroïde sur les côtés de laquelle ils passent, ils se trouvent éloignés de plus de six lignes. On y voit quelquefois une intersection tendineuse semblable à celle des sterno-hyoïdiens : mais alors ces derniers en manquent. La terminaison des sterno-thyroïdiens au cartilage thyroïde est telle que plusieurs de leurs fibres passent au-dessous de son éminence oblique, pour se continuer avec celles des hyo-thyroïdiens. Il y a des sujets où les hyo et les sterno-thyroïdiens semblent ne faire qu'un seul muscle, dont la face postérieure est collée au cartilage thyroïde. Il y en a d'autres où la partie supérieure de ces muscles se sépare en deux bandelettes, terminées chacune par un tendon court qui va se fixer à la partie supérieure et à la partie inférieure de l'éminence oblique du cartilage en question. Winslow est le seul qui en ait fait la remarque. Albinus et M. de Haller, disent que les sterno-thyroïdiens envoyent en arrière au pharinx, des fibres qui se réunissent à celles de son constricteur inférieur. Je n'ai jamais rencontré cette disposition quoique je l'aie cherchée avec soin. Ne pourroit-il pas se faire que ces anatomistes s'en soient laissé imposer par la portion de ce constricteur inférieur qui tient au cartilage thyroïde, derrière son éminence oblique, et par conséquent, très-près de la terminaison de ces muscles ?

Les omoplats et les sterno-hyoïdiens et les hyo et sterno-thyroïdiens, exécutent presque les mêmes mouvemens. Ces muscles tirent l'os hyoïde de haut en bas, et même de devant en arrière, et le remettent ainsi dans sa situation naturelle lorsqu'il a été entraîné en haut par ceux qui s'attachent à sa partie supérieure, ou lui donnent la stabilité nécessaire pour que ces derniers muscles puissent agir sur la machoire inférieure. Ils peuvent aussi porter leur action sur la tête lorsque tous les muscles fixés à l'os hyoïde se con-

tractent en même-temps, et s'opposer à son renversement. Les hyo et les sterno-thyroïdiens ont en outre des fonctions qui leur sont particulières. Les premiers, élèvent le larinx, et les seconds l'abaissent. Ils allongent ainsi et raccourcissent le canal de la trachée artère dont ils écartent et rapprochent les anneaux. Quelques-uns croyent qu'ils peuvent faire faire au cartilage thyroïde un mouvement de bascule qui contribue au relâchement et au resserrement de la glotte. Santorini dit que les sterno-thyroïdiens abaissent le cartilage thyroïde sur le cricoïde, ce qui allongeroit cette ouverture et la rendroit plus étroite. M. de Haller prétend, au contraire, qu'ils la relâchent en portant le premier de ces cartilages en arrière. Leur insertion au-delà de la double articulation du cartilage thyroïde avec le cricoïde, semble prouver qu'ils ont effectivement cet usage, et qu'ils sont destinés à servir d'antagonistes aux muscles crico-thyroïdiens. C'est ce que je tâcherai de déterminer dans le mémoire sur le larinx et sur la trachée artère que j'ai annoncé plus haut.

OBSERVATIONS

SUR LES MUSCLES DROITS DU VENTRE.

PAR RAPHAEL-BIENVENU SABATIER.

LORSQUE j'écrivois la partie de mon Traité d'Anatomie, qui concerne les muscles, je me rappellai, à l'occasion de ceux auxquels on donne le nom de muscles droits du ventre, que Vésale les avoit fait représenter dans une de ses planches étendus depuis les os pubis, d'où ils sont censés tirer leur origine, jusqu'à la partie la plus élevée du sternum, et même jusqu'au bord inférieur des clavicules. L'histoire des muscles d'Albinus, que j'avois sous les yeux, et à laquelle je comparois les descriptions originales que j'avois faites en divers temps sur des sujets disséqués exprès, m'apprenoit que cet anatomiste célèbre avoit trouvé une ou deux fois une disposition singulière dans les muscles droits du ventre, et analogue à celle que présentent ces muscles dans quelques quadrupèdes, et sur-tout dans les singes et dans les chiens. Cette disposition consiste en ce qu'ils se prolongeoient le long de la poitrine par une portion qui sembloit leur être continue, quoiqu'elle en fut distincte. La portion musculeuse dont il s'agit s'élevoit de la face antérieure de l'extrémité des cartilages de la sixième et de la septième côte, et ensuite de l'aponévrose de l'oblique externe, pour aller se terminer à la partie antérieure du sternum, au-dessous de l'espèce de croissant qui se remarque

Kk 2

à la partie la plus élevée de cet os. Son épaisseur étoit peu considérable d'abord, et sa consistance étoit tendineuse, après quoi elle devenoit charnue, acquéroit la largeur de deux doigts, s'amincissoit de nouveau, et se perdoit à la partie du sternum dont il vient d'être parlé, et en même temps sur le principe du muscle grand pectoral.

J'avois fait long-temps auparavant des observations de la même espèce, et croyant me les rappeller avec toutes leurs circonstances je n'hésitai pas à dire que ces observations confirmoient celles d'Albinus et de Vésale. Je les ai retrouvées depuis, et je me suis apperçu que je m'étois doublement mépris, en avançant que Vésale devoit avoir vu aussi les muscles droits se continuer dans l'homme depuis les os pubis jusqu'à la partie supérieure du sternum, et que les portions musculeuses que j'avois rencontrées au-devant de la poitrine, et qui paroissoient être continues aux muscles droits, appartenoient réellement à ces muscles. Vésale avertit dans l'explication de la planche dont il s'agit, et qui est la cinquième de celles qui appartiennent aux muscles, qu'il y a fait graver les muscles droits tels qu'ils se rencontrent dans les chiens, et dans quelques espèces de singes. Ce n'est donc pas une variété des muscles droits de l'homme qu'il a voulu faire connoître, quoiqu'elle soit représentée sur un corps humain, mais une disposition constante dans plusieurs espèces d'animaux. Quant aux observations qui me sont propres, et que j'avois écrites dans le temps, elles portent que la portion sternale des muscles mastoïdiens, au-lieu de finir à la partie supérieure et antérieure du sternum, se continuoit sur le devant de cet os par un tendon grêle, qui s'élargissoit et se terminoit en bas par un corps charnu, de forme allongée et plate, et qui alloit se fixer par des fibres tendineuses fort courtes aux cartilages des troisième, quatrième et cinquième côtes, non loin de leur articulation avec les parties latérales du sternum ; de sorte que l'on auroit pu croire que les muscles

droits montoient jusqu'à la partie supérieure de cet os.

Peut-être les observations faites par Albinus étoient-elles semblables aux miennes ; peut-être aussi étoient-elles différentes ; car on a quelquefois rencontré sur les parties latérales de la poitrine des portions musculeuses surnuméraires, et qui n'appartenoient à aucun muscle du voisinage. Cabrol a autrefois vu de chaque côté un long muscle, lequel prenoit son origine du sternum et de la clavicule, et qui alloit s'insérer obliquement à la deuxième des fausses côtes. Sa largeur étoit à-peu près de deux doigts, et il étoit terminé par un long tendon. Haller dit que Kaw en a rencontré un qui alloit d'une portion du sternum à une autre portion de cet os, et qui se confondoit par en haut avec le tendon du mastoïdien. Lui même il a fait représenter dans la première planche du sixième de ses *fasciculi anatomici*, une portion musculeuse, qui est fixée d'une part au bord du sternum, dans l'intervalle des cartilages de la troisième et de la quatrième côte du côté droit, et de l'autre au bord supérieur de presque toute l'étendue du cartilage de la cinquième. Cette portion musculeuse est placée au-devant de la partie correspondante du grand pectoral qu'elle couvre, et qu'elle paroît brider. Enfin, on trouve dans l'Histoire de l'Académie pour 1726, que M. Dupuy, médecin à Rochefort, a vu sur la poitrine d'un sujet deux muscles qu'il ne croit pas que l'on ait encore rencontrés. Ils étoient couchés sur le grand pectoral de chaque côté, et de la grosseur d'un tuyau de plume à écrire. Celui du côté droit, fixé par un tendon mince au bord inférieur du premier os du sternum, et descendant obliquement sur le grand pectoral, alloit s'attacher par une aponévrose large d'un doigt au bord supérieur du cartilage de la septième côte, à peu de distance de l'appendice xyphoïde. Celui du côté gauche, attaché par un tendon rond au bord inférieur du cartilage de la seconde vraie côte auprès du sternum, et sortant d'entre les fibres du

grand pectoral, descendoit couché sur ce muscle et alloit s'insérer comme l'autre au cartilage de la septième vraie côte.

M. Dupuy observe que les deux muscles pulmonaires manquoient dans ce sujet, et que peut-être les muscles surnuméraires qu'il décrit étoient destinés à les suppléer. Sans doute, par muscles pulmonaires, il entend ceux que l'on appelle sterno-costaux, ou triangulaires du sternum. Nul anatomiste, que je sache, ne les a désignés sous ce nom. Effectivement, ils n'ont pas de rapport direct avec les poumons, auxquels ils n'appartiennent pas plus que ceux qui entourent la cavité de la poitrine, et qui sont destinés à la mouvoir. Ils ne peuvent être suppléés par les muscles surnuméraires que M. Dupuy a rencontrés, puisqu'ils servent incontestablement à abaisser les cartilages des côtes auxquels ils vont aboutir, au-lieu que les muscles de M. Dupuy, et tous ceux de la même espèce qu'on a observés en divers sujets servent plutôt à les élever. Du reste, rien n'est moins constant dans la nature que les muscles sterno-costaux. Ils offrent des variétés sans nombre, et manquent souvent. Cette circonstance a été remarquée par Habicot, dans sa semaine anatomique, et depuis par Albinus et par beaucoup d'autres. Elle s'est souvent présentée à moi dans le cours de mes dissections, sans que j'aie rien trouvé d'extraordinaire d'ailleurs, et sans qu'il m'ait paru que la nature eut cherché à les suppléer par d'autres muscles.

RAPPORT
OU
SECOND MÉMOIRE (1)

Sur l'orage à grêle du dimanche 13 *juillet* 1788.

PAR LES CC. LEROI, BUACHE ET TESSIER.

IL n'y a pas d'année, où plusieurs cantons de la France ne soient ravagés par la grêle. Les pays montueux ou ceux qui sont voisins des montagnes, les vallons plus ou moins profonds, les environs des grandes forêts y sont plus exposés que les plaines étendues et découvertes. Sur les bords de la mer les agriculteurs ont l'avantage de voir leurs récoltes à l'abri de ce fléau. (2) On a plus à craindre la grêle dans le midi que dans le nord de la France. Certaines positions sont assez malheureuses pour en ressentir si souvent les effets, que de quatre ou cinq récoltes on s'attend à en perdre une (3). Ces pertes sont affligeantes sans doute pour ceux

(1) Dans le volume de l'année précédente, on lit sur cet orage, un premier mémoire de l'un de nous, (le citoyen Tessier) qui détaille les ravages particuliers dont il a été témoin ou qu'il a vus peu de temps après.

(2) On se plaint fréquemment de la grêle en Auvergne, au bas des Pyrénées, dans le pays d'Auch sur-tout, sur le rein de la forêt d'Orléans, etc. Les côtes de la Flandres, de Normandie, de Bretagne et d'Aunis, etc. sont presque toujours exemptes de grêle, ou n'en éprouvent que de peu considérables.

(3) Le village de Quiry, dans l'élection de Gisors, a éprouvé, en 1788, la grêle pour la quatrième fois en six ans. Ceux de Meslay le Vidame, dans le pays Chartrain, Vitray, Sommeray, Montemain et Bouville dans le Dunois, ont été grêlés en 1787 et 1788, c'est-à dire, deux années de suite.

qui les éprouvent, mais elles n'ont jamais une influence sensible sur le produit général, parce qu'elles sont bornées en particulier à un canton ou à quelques parties de province. Il n'en est pas de même de l'orage à grêle du 13 juillet 1783. L'étendue et la richesse des pays qu'il a ravagés, le doivent faire regarder, pour l'état, comme un malheur d'autant plus grand, que par-tout ailleurs la récolte a été très-modique.

Touchée d'un évènement aussi fâcheux, l'Académie a chargé Leroi, Buache et moi d'en constater tous les effets, persuadée que la connoissance des circonstances qui l'ont accompagné et suivi ne pourroit que contribuer aux progrès des sciences et servir, peut-être, à indiquer des moyens de réparer une partie du mal. Quelqu'activité que nous ayons employée pendant plus d'un an, nous n'osons nous flatter d'être parvenus à tout savoir, et il n'en faut pas être étonné, car dans ces occasions on n'imagine pas de faire des remarques physiques. Parmi celles qui se font, il y en a peu de bien sûres. Les hommes sont rarement des observateurs exacts, au milieu des allarmes, et à la vue d'une perte immense. Ces difficultés et le desir de ne dire que des choses certaines, nous ont empêché de rapporter plutôt tout ce qui concerne cet orage.

Des demandes faites par la voie des papiers publics, des lettres adressées aux assemblées provinciales et aux intendans encore en activité, des invitations à quelques compagnies savantes; tels sont les moyens que nous avons mis en usage pour remplir la commission dont nous étions chargés.

Ils nous ont procuré de grands éclaircissemens, qui nous mettent à portée de connoître l'étendue de l'orage, ses effets et les dégâts qu'il a causés (4).

---

(4) Nous donnerons à la fin du rapport, la liste des lettres, notes, mémoires et états instructifs, que nous avons reçus, afin qu'on connoisse nos autorités, et que les personnes qui ont répondu avec zèle et précision à nos demandes, trouvent ici l'hommage de notre reconnoissance.

Dès

Dès le 12 juillet au soir, un orage a porté la désolation dans beaucoup de villages. Il a ravagé un grand nombre de ceux qui ont été grêlés le 13; aussi quelques observateurs pensent-ils que les deux font partie l'un de l'autre (5). L'orage du 12 a traversé le Maine, le Vexin, plusieurs départemens de la Normandie (6), quelques cantons de la Picardie, le comté d'Eu, et a passé entre Boulogne et Calais, pour aller finir en Angleterre. Ses dégâts eussent paru plus considérables, s'ils n'avoient, presqu'aussi-tôt été couverts par ceux du lendemain.

Afin de rendre sensible la direction et l'étendue de l'orage du 13, l'un de nous, (M. Buache) a fait une carte que nous joignons à ce mémoire. Ne pouvant embrasser tous les lieux dévastés, cette carte n'en indique que les principaux points; et relativement aux renseignemens qui nous sont parvenus, elle est en trois parties.

Celle du milieu, qui est la plus considérable, représente sous deux bandes, presque parallèles, et marquées de points, les paroisses grêlées dont nos recherches nous ont fait recueillir les noms (7). Sur les côtés de ces bandes et entr'elles, il y en a trois qui n'ont essuyé que de la pluie. M. Buache exprime ces dernières par des espèces d'ondulations ou lignes parallèles, au lieu de points. On peut regarder l'ensemble de l'orage comme formant, en quelque sorte, cinq zones,

---

(5) On assure qu'à l'isle d'Oleron, l'orage a commencé le 12 vers dix heures du soir et qu'il a continué pendant la nuit jusqu'au lendemain matin.

(6) Le vent a été si violent dans un village du département de Monthivilliers, qu'en deux minutes il a déraciné ou rompu plus de 1000 pommiers.

(7) Quoique l'un de nous (M. Tessier) n'eût encore que très-peu de renseignemens, lorsqu'il lut, à la fin de Juillet, à l'Académie, son premier Mémoire, cependant il préjugea les deux bandes de grêle, parce que venant d'une bande dans une autre, il avoit traversé plusieurs lieues de pays où il n'étoit pas tombé de grêle. Cette double bande étoit si peu connue, qu'on lui fit rayer cette partie de son Mémoire, qui ne paroissoit qu'une conjecture. Il ne tarda pas à être autorisé à la rétablir.

très-distinctes, dont deux, enchassées dans les autres, ont des bandes de grêle.

Il est difficile de dire précisément quelle a été la largeur de ces bandes réunies, parce qu'il faudroit connoître tous les pays où il a plu pendant l'orage. Les états qui nous sont parvenus ne font mention que de ceux où il a grêlé : encore ne devons nous pas compter sur la véritable largeur de ces derniers. Les bois, les terres vagues et incultes, les paroisses peu maltraitées, enfin, toutes celles qui n'ont sollicité aucun dédomagement, ont été omises sur les états. Il a donc fallu se contenter de compter dans chaque bande les principaux lieux par lesquels elle est bornée.

Ce qui ne laisse aucun doute, et ce qu'on peut regarder comme une découverte, c'est qu'au moins depuis la Touraine jusques dans la Flandre autrichienne et dans le Brabant, c'est-à-dire, dans un espace moyen de cent lieues, les deux bandes de grêles ont toujours été séparées, quoique par des espaces inégaux dont le plus étroit est de trois lieues, et le plus large de sept lieues et demi, en supposant la lieue de deux mille trois cents toises ; largeur moyenne de l'espace intermédiaire, cinq lieues un quart.

Pour distinguer ces bandes dans le cours du mémoire, nous nommerons l'une *bande de l'ouest*, et l'autre *bande l'est*, ayant égard à leur position respective, et non aux parties de la France que la grêle a ravagées.

La première paroît avoir cinq lieues dans sa plus grande largeur, et trois dans sa plus petite; largeur moyenne quatre lieues.

Celle de l'est est plus étroite; car dans sa plus grande largeur elle a trois lieues, et une et demie dans sa petite; largeur moyenne, deux lieues et un quart.

En réunissant les deux bandes, on trouvera que la largeur moyenne est de six lieues et demie.

Nous sommes embarrassés pour déterminer les points extrêmes de la bande de l'ouest. Quelques indications, seu-

lement, nous apprennent que l'orage a eu lieu à l'isle d'Oleron, et à la Rochelle. Nous savons, par des détails plus étendus, qu'il s'est fait sentir dans la généralité de Poitiers; mais nos renseignemens complets ne commencent que dans la généralité de Tours. Depuis cette généralité, la chaîne n'est plus interrompue jusques après les châtellenies de Courtray et d'Oudenarde, dans la Flandre autrichienne. Nous sommes assurés que l'orage a traversé ensuite la Zélande et la Hollande, et au-delà du Texel; mais, sur ces derniers points, nous n'avons pas plus d'indications suivies que sur les premiers.

Les mêmes difficultés se présentent dans la bande de l'est. On a éprouvé l'orage dans la Saintonge, vers l'embouchure de la Seudre, dans la Dordogne, où il a même fait tort aux vignes et aux arbres fruitiers; d'où passant à travers l'Angoumois et le Poitou, il a gagné la Tourraine, ravageant des paroisses, dont nous avons les noms. Là nous en saisissons le fil, comme celui de la bande de l'ouest, pour ne le plus perdre que dans le Brabant. De ce pays, nous sommes encore certains qu'il s'est porté dans la seigneurie d'Utrech et le Zuidersée; mais il nous échappe totalement dans la Frise. Cette seconde bande, partant d'un point de terre plus éloigné, aura parcouru, sur le continent, un plus long espace que la bande de l'ouest, dont une des extrémités paroît être dans la mer, qui baigne les côtes d'Aunis, et l'autre dans le Texel; mais comme elle est plus étroite, si on avoit la totalité de son cours, il seroit possible, peut-être, de l'assimiler à la première, sa longueur compensant ce qui lui manque de largeur. D'après cette donnée, en ne calculant que l'étendue des pays, où le dommage a été sensible, c'est-à-dire, de la Touraine à la Flandre autrichienne, et au Brabant, ce qui, longueur moyenne, comprend cent lieues sur six lieues et demie, il est prouvé que six cents cinquante lieues quarrées ont été ravagées par cette grêle. Ne voulant indiquer d'une manière marquée les deux bandes de grêle, que dans

la partie de la France, où d'après nos renseignemens, elles n'ont eu aucune interruption, M. Buache a tracé séparément, sur la carte, les deux extrémités des bandes, savoir; à l'est de la grande partie, l'extrémité *sud*, et à l'ouest, l'extrémité *nord*. Les bords des deux bandes sont renfermées entre deux lignes ponctuées. Une ligne pleine qui partage tout l'espace, est le milieu de la bande intermédiaire de pluie.

Quoiqu'en genéral, de la Touraine aux Pays-Bas, les bandes de grêle n'aient pas été interrompues, cependant leurs bords n'ont pas été tellement limités qu'il n'y ait eu quelques échappées de nuages à grêle, même à certaines distances des bandes: Par exemple, on nous a informés qu'à quinze cents toises, ou environ, de la bande de l'ouest, dans le Dunois, un bois avoit été si maltraité, qu'on avoit été obligé de le couper. Il y avoit des intervalles entièrement conservés, entre ce bois et les paroisses grêlées les plus proches. Le village de Cosse-le-Vivien, élection de Laval, a été ravagé, quoiqu'il soit à une grande distance de la bande de l'ouest. Enfin, nous citerons encore six cantons assez considérables des élections de Laon et de Guise, que nous avons cru devoir désigner sur la carte.

Si l'on prend chacune des bandes dans ses points les plus reculés, on voit que celle de l'ouest a plus de cent soixante-quinze lieues de longueur, et celle de l'est, plus de deux cents lieues. Mais en ne les mesurant qu'aux points d'où elles continuent sans lacunes, la bande de l'ouest a en France cent vingt-cinq lieues, et celle de l'est, plus de quatre-vingt.

La direction de l'orage étoit du sud-ouest au nord-est. L'inspection de la carte ne permet pas d'en douter. Qu'aux yeux de quelques observateurs il ait paru avoir quelque déviation, se porter sur un vallon, s'éloigner d'une hauteur, ou se subdiviser, que des nuages accessoires aient semblé se joindre au principal; ces effets dûs à l'action du vent, à la ten-

dance des nuées pour se réunir et se partager dans certaines circonstances, se conçoivent facilement (8). Mais la marche générale de l'orage n'en a point été dérangée. Il a suivi quelque tems, il est vrai, le vallon de Loir, celui de l'Eure, celui de la Juine (9), celui de l'Oise; mais c'étoit parce que ces vallons se trouvoient dans la direction du vent. Cet agent a tout conduit, tout réglé, tout entraîné. Il tourbillonnoit, balançoit les nuages, tordoit les arbres, ce qui a fait croire qu'il souffloit de différens côtés; mais les toits découverts à l'exposition du sud-ouest, les arbres et les grains couchés vers le nord-est, les maisons et les moulins renversés pour la plupart de ce côté, sont des preuves non équivoques de la direction générale de l'orage du sud-ouest au nord-est. Il a franchi des vallées profondes, des hauteurs, des forêts, et de grandes rivières, particulièrement la Loire et la Seine, et contribué à faire tomber de la grêle dans des pays où il n'en tomba presque jamais (10). Il en faut conclure que si certaines positions attirent ou repoussent les orages, ce n'est pas quand ils sont emportés, comme celui du 13, par un vent très-impétueux.

Les momens qui précédèrent l'orage furent remarquables

(8) On nous a mandé de Courtray, qu'on ne sait pas comment l'orage a continué du sud-ouest au nord-est; car avant qu'il éclatât sur cette ville, la masse des nuages sembloit venir du nord-ouest quart-ouest, et se porter au sud-est. Cette observation a fait penser que cette masse étoit un orage particulier qui s'est joint à celui de France, ou que ce n'étoit que la tête d'une immense colonne, venant de France, qui a été refoulée par un vent de mer.

(9) Le village d'Andonville, situé à cinq lieues de la forêt de Dourdan et de celle d'Orléans est très-rarement exposé aux orages à grêle. L'un de nous (M. Tessier) qui habite ce pays en été depuis plus de vingt-cinq ans, n'y en avoit jamais vu tomber avant le 13 Juillet 1788, quoiqu'il en tombât quelquefois dans les environs. On citeroit beaucoup de pays qui sont dans le même cas.

(10) Pour en donner un exemple, la petite rivière de Juine prend sa source dans un vallon où est le hameau de *Juine*. En suivant le vallon, on trouve les paroisses d'Autruy, de Saint-Père, de Mereville, Saclas, Boissi-la-rivière, la ville d'Etampes, Morigny, Champigny, Anvers, etc. Toutes ces paroisses, depuis l'origine de la Juine jusqu'à son embouchure dans la Seine, à Corbeil, ont été grêlées.

par plusieurs phénomènes, sur-tout par un bruissement considérable, et par une obscurité extraordinaire. Le bruissement, occasionné par la chute de grêlons, qui se choquoient les uns contre les autres, et frappoient fortement la terre, à quelque distance du lieu d'où on les entendoit, étoit véritablement effrayant, et inspiroit à l'ame un sentiment de peine et de terreur involontaires. L'obscurité due à la couleur noire de la nuée, et à son peu d'élévation au-dessus de la terre, étoit telle qu'on ne pouvoit ni lire, ni écrire sans lumière dans les appartemens, quoique le jour fut avancé. Elle a été sensible même dans des pays éloignés de ceux où il a grêlé; entre autres, à Mauriers, dans le Maine, qui avoit éprouvé l'orage du 12, sans que le ciel fut aussi obscur, à Boulogne-sur-mer, à Anvers, à Louvain, à Bruxelles, où il n'a point tombé de grêle. C'est cependant vers le milieu du jour que l'orage étoit le plus près de ces villes. Cette obscurité peut se comparer à celle d'une éclipse centrale du soleil.

Il a grêlé successivement dans les différentes parties de de chaque bande. Il n'y a qu'un petit nombre de personnes qui nous aient informés des heures : encore ne devons-nous pas compter sur une exactitude scrupuleuse, à cause de la différence des montres et des horloges, de l'inattention des observateurs, et du peu d'intérêt qu'on a mis à les remarquer. Dans la bande de l'ouest, l'orage étoit dans l'élection de Loches, en Tourraine, à six heures et demie du matin; dans celle d'Amboise, à sept heures; auprès de Chartres à sept heures et demie; à Rambouillet à huit heures; à Pontoise, à huit heures et demie.; à Clermont-en-Beauvoisis, à neuf heures; à Douai, à onze heures; à Courtray, à midi et demie; à Flessingue, à une heure et demie. Dans la bande de l'est, il étoit à Artenay, près de la forêt d'Orléans, et sur la route d'Orléans, à sept heures et demie du matin; à Andonville, en Beauce, où l'un de nous (M. Tessier) l'a observé, à huit heures; au Fauxbourg-saint-Antoine de Paris, à huit heures et demie; à Crespy-en-Vallois, à neuf heures et

demie; à Câteau-Cambresis, à onze heures; à Utrecht à deux heures et demie. En supposant que l'orage ait commencé près des côtes d'Aunis, où il est tombé de la grêle à cinq heures et demie du matin, il s'ensuit que dans la bande de l'ouest, la France a été traversée par un orage dans l'espace d'environ sept heures de temps. De Chartres à Courtray, bande de l'ouest, il y a, à vol d'oiseau, soixante-six lieues. Le vent les a parcourues en quatre heures, faisant seize lieues et demie par heure. D'Artenay à Cateau-Cambresis, bande de l'est, il y a cinquante-sept lieues; si les indications sont exactes, l'orage les a également parcourues en faisant seize lieues et demie par heure.

La grêle n'est pas tombée précisément à la même heure dans les points des deux bandes qui se correspondent, en supposant qu'une ligne tirée entr'elles, d'une extrémité à l'autre, fut coupée par des lignes parallèles allant aux deux bandes; car dans celle de l'ouest elle est tombé à Rambouillet à huit heures, et à onze heures à Douay, dans celle de l'est, à huit heures à Andonville, et à onze heures à Cateau-Cambresis. Or, dans la supposition précédente, Andonville et Rambouillet ne sont pas sous la même ligne, Douay et Cateau-Cambrésis, sont aussi sous des lignes distantes l'une de l'autre. Andonville et Cateau-Cambresis sont moins avancés vers la terminaison de l'orage, que Rambouillet et Douay. Cette différence n'est pas due à l'intensité du vent, puisqu'il a parcouru dans chacune seize lieues et demie par heure. A quoi donc l'attribuer? C'est, sans doute, à quelque ralentissement dans le commencement de la marche de la bande de l'ouest, qui d'ailleurs venoit de plus loin.

On a beaucoup varié sur le poids et la grosseur des grêlons. Suivant les papiers publics, et sur-tout le journal de Paris, il y en avoit qui pesoient huit à dix livres. Quelques-uns de nos observateurs en parlent aussi sans assurer qu'ils en aient vus: plusieurs autres citent beaucoup d'exemples de grêlons monstrueux. Nous sommes bien éloignés d'adopter ces

assertions exagérées. La nature, sans doute, s'écarte quelquefois de ses usages (11); mais dans ses écarts elle s'est imposé certaines limites. Dans les orages ordinaires, les grêlons

---

(11) En voici plusieurs puisés dans l'histoire naturelle de l'air et des météores, de l'abbé Richard, dans la Collection des historiens de France de D. Bouquet, et dans le Journal de Verdun. Nous soulignons les faits qui nous paroissent hors de vraisemblance.

Le 24 Juin 823, *des pierres très-grosses tombèrent avec la grêle, ou plutôt des morceaux de glace, longs de quinze pieds, larges de six et épais de onze.* Ce fait est rapporté par Eginard, Hermand Contraït, la Chronique de Reims, etc. (D. Bouquet.)

En 872, il tomba une grêle très-nuisible aux biens de la terre. On ne parle pas de la grosseur. (D. Bouquet.)

En 882, grosse grêle dont les grains anguleux et inégaux étoient gros et d'un diamètre qu'embrassoient à peine le pouce et le doigt *medius*. (D. Bouquet.)

En 889, il est fait mention d'*une pluie qui ne tomba pas par gouttes, mais par masses, et écrasa trois villes dont elle fit périr les habitans* (D. Bouquet.)

En 1640, grêle à Rome comme des œufs de poule. (Richard, hist. des météores.)

En 1680, glace *épaisse d'un pied tombée aux Orcades.* (Richard.)

En 1693, grains de grêle d'un pouce de diamètre. (Ibidem.)

En 1703, dans le Perche, *grêlons gros comme le poing.* (Ibidem.)

En 1708, en Lorraine, *grêlons de trois livres.* (Ibidem.)

En 1717, *hommes et bestiaux tués par des grêlons.* (Journal de Verdun.)

En 1718, idem à Cologne, en Bourgogne et Barrois, isles Açores, avec éruption de feu, Autriche, Alsace, Angleterre. (Ibidem.)

En 1726, à Châteaudun, grêlons de 15 lignes d'épaisseur. (Ibidem.)

En 1727 et 1728, grêle extraordinaire à Carcassonne, en Auvergne, Limousin, à Troyes. (Ibidem.)

En 1731, à Olmus en Moravie, *grêlons de deux livres, qui tuèrent cinquante-deux personnes.* (Ibidem.)

En 1738, à Northans, en Thuringe, grêlons comme des œufs d'oie. (Richard. hist. des météores.)

En 1751 et 1752, une grêle extraordinaire en Bavière assomme les troupeaux. (Journal de Verdun.)

En 1752, à Tornes, en Laponie, grêlons comme des œufs, et en France, sur les rives de la Dordogne, *grêlons pesant quatre à cinq livres.* (Ibidem.)

En 1753, grêlons de 24 lignes de longueur, 14 d'épaisseur et 18 de largeur; autres de trois pouces en tout sens; autres du poids de six onces. (Ibidem.)

En 1753, à Lyon, grêlons *pesant plus d'une livre.* (Journal de Verdun.)

En 1755, à Saffren-Valden, grêle précédée d'un bruit extraordinaire. (Ibidem.)

En 1768, à Saint-Gilles, en Bas-Poitou, grêlons de deux pouces de longueur sur un pouce d'épaisseur. A Laval et dans le Maine, glaçons depuis une demie-livre jusqu'à *deux livres.* (Richard.

sont

sont petits ; quelquefois il arrive qu'ils ont une grosseur plus considérable, sans qu'elle soit excessive. Pour bien juger la grosseur et le poids des grêlons, il faut les mesurer et les peser à l'instant même où ils viennent de tomber, parce qu'alors ils sont isolés et ne sont point soudés plusieurs ensemble. Nous ne nous en rapportons donc qu'à des personnes dignes de foi, qui ont pris ces précautions. D'après leur témoignage et celui de l'un de nous (M. Tessier) qui étoit au milieu de la bande de l'est, nous certifions qu'il s'est trouvé des grêlons très-gros et de diverses formes, les uns réguliers et les autres irréguliers.

Les réguliers étoient presque sphériques. On en voyoit de ceux-ci, qui avoient depuis un pouce jusqu'à près de trois pouces de diamètre. Au château de Vincennes, près Paris, bande de l'est, on en a remarqué un qui avoit presque cette grosseur : il étoit tombé dans le sallon de madame de Gâville, qui en fit prendre aussitôt la mesure sur un papier que l'un de nous (M. Le Roi) nous a fait voir. M. Duperron, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Soissons, d'où il a envoyé des détails sur l'orage, à M. Perronet, dit que les trous imprimés sur les jachères, par beaucoup de grêlons, avoient trois pouces de diametre, et que les grains de grêle pesoient de trois à quatre onces. Au château de Vitche, près Oudenarde, bande de l'ouest, un carreau de fenêtre, cassé par un grêlon, avoit un trou d'environ neuf pouces de circonférence. Enfin, à Rambouillet, plusieurs carreaux de vitres étoient percés de trous de deux à trois pouces de diamètre (12).

En 1769, à Sezanne en Brie, grêlons comme des noix. Il en tomba aussi quelques grains à Passy. (Ibidem.)

Parmi ces faits, les uns ne méritent aucune confiance, et les autres se rapprochent assez de ce qui s'est vu dans l'orage du 13 Juillet. Nous les avons rapportés tous, afin de faire connoître jusqu'à quel point se portoit la crédulité des écrivains qui n'étoient pas observateurs.

(12) On compare le plus souvent les grains de grêle à des œufs de pigeon, ou de

Parmi les grêlons irréguliers les uns étoient demi sphériques, d'autres arrondis au milieu et comme armés de pointes, d'autres approchant de la forme de l'octaëdre, d'autres longs et épais comme des morceaux de glace, d'autres représentant des stalactites branchues (13). Au centre de la partie la plus épaisse de ces derniers, on distinguoit un point blanc, opaque, rond, gros comme un pois, qui paroissoit en être le noyau. M. Robert, de l'Académie de peinture, a dessiné, au moment de leur chûte, deux grêlons, au château de Méreville, bande de l'est. Le premier avoit deux pouces d'épaisseur sur deux pouces neuf lignes de longueur et le second avec une épaisseur égale à celle du premier, avoit quatre pouces neuf lignes de longueur. Ces grosseurs, les plus considérables de toutes, ne donnoient pas des grêlons d'une demie livre: encore les gros grêlons étoient-ils rares. S'ils eussent été plus considérables et plus abondans, il n'auroit échappé aucun des hommes qui s'y sont trouvés exposés. Nous n'avons autant insisté sur cette dernière cisconstance de l'orage du 13 juillet, que pour faire connoître ce qu'on doit croire des récits merveilleux qu'on a fait toujours sur la grosseur des grêlons.

On est assez d'accord sur la durée du temps de l'orage pendant lequel la grêle a tombé. Quoique ce temps ait paru bien long, il n'a été que de sept à huit minutes au plus dans chaque pays. Il en est tombé une si grande quantité, qu'à Etampes,

---

poule, ou de dindon. Un œuf de pigeon a un pouce de diamètre dans la partie où il a le plus de grosseur, celui d'une poule a un pouce neuf à dix lignes, celui d'un dindon deux pouces deux lignes. L'un de nous (M. Tessier) ayant façonné des morceaux de glace à peu près sur ces trois grosseurs, a trouvé 1°. qu'un grêlon gros comme un œuf de pigeon pèseroit trois gros; 2°. qu'un grêlon semblable à un œuf de poule pèseroit une once six gros; 3°. que celui qui égaleroit la grosseur d'un œuf de dindon pèseroit deux onces deux gros. Un morceau de glace de sept pouces de longueur sur quatre pouces de largeur et deux pouces d'épaisseur, étoit du poids d'une livre. D'après cet examen, on conçoit quelle seroit la grosseur d'un grêlon de dix livres, et combien l'idée de son existence est extravagante.

(13) Suivant les notes qui nous ont été remises, les grêlons de l'orage du 12 avoient aussi ces différentes formes.

bande de l'est, on en a vu jusqu'à deux pieds et demi de hauteur dans les angles des murs situés au vent : elle s'y est formée en masse congelée, et n'a achevé de fondre que trois jours après. M. Clozier, correspondant de l'Académie, à Etampes, compare le bruit que faisoit la grêle, en tombant, à des millions de noix sèches, qui auroient été lancées des nuées.

Nous aurions une tâche immense à remplir, si nous entreprenions de détailler le tort que l'orage a fait dans tout son cours. Nous nous bornerons à indiquer les objets principaux qui en ont souffert, en y ajoutant les calculs des pertes d'après les états qui nous sont arrivés et que nous avons trouvés conformes à ceux du Contrôle-général.

Aucun homme, à ce qu'il me paroît, n'a péri des coups de grêle. L'un de nous (M. Tessier) en a vu plusieurs qui avoient de fortes contusions au visage et aux mains. Si quelques-uns ont perdu la vie dans cette occasion, c'est parce qu'ils ont été écrasés par la chûte des bâtimens (14).

On assure que des bêtes à cornes et des bêtes à laine en ont été les victimes : mais, n'est-ce pas plutôt par l'effet de la foudre que par celui de la grêle? Les lièvres, les lapins même, les perdrix, les faisans, les pigeons et autres oiseaux, surpris par l'orage, ou n'ayant pu trouver des abris, ont été tués ou estropiés.

Des églises, des maisons, des granges, des hangards, et autres bâtimens, en très-grand nombre, ont été renversés ou découverts, sur-tout dans la bande de l'ouest : le vent y étoit d'une violence extrême et également fort dans les divers points de cette bande. Nous en citerons seulement quelques exemples. Au village de Sours, près Chartres, un des plus maltraités, l'église et trois moulins ont été abbattus, un quatrième ébranlé, et des maisons de particuliers décou-

(14) Au village de Sours, dans le pays Chartrain, deux hommes ont été tués et plusieurs estropiés par la chûte d'un moulin.

vertes : un des moulins a été porté à trente pieds de son assiette, et l'arbre jetté à quatre-vingt pieds de sa place.

Dans l'élection de Bapaume, plus d'une église et plus d'une maison ont beaucoup souffert ; l'impétuosité du vent n'étoit pas rallentie dans celle de Douay ; car le village de Fins, a perdu plusieurs bâtimens et un grand nombre d'arbres ; celui de Coutichet, trois granges, un moulin et d'autres bâtimens ; et celui de Romain, huit granges et des bâtimens ; elle ne l'étoit pas encore dans l'élection de Lille, ni dans la châtellenie de Courtray, dont nous ne rapporterons pas les dégâts. Par-tout, les vitres des habitations et les chassis des jardins ont été cassés et pulvérisés. On a compté onze mille sept cent quarante-neuf carreaux, mis en pièces dans le château et les dépendances du château de Rambouillet. Les tuilles et les ardoises ont été pilées, les plombs et les faîtages roulés (15) et les enduits des murs, à l'exposition de l'ouest et du sud, enlevés presqu'entièrement (16).

Si des dégâts causés aux bâtimens, nous passons à ceux qu'ont éprouvés les végétaux, nous voyons que les arbres des vergers et des potagers ont été couverts de plaies. Parmi ceux des espaliers, ce sont les pêchers, dont le bois est tendre, qui ont eu le plus de dommage. Un nombre prodigieux d'arbres de tiges, soit fruitiers, soit forestiers, ont été déracinés, ou rompus ou tordus ou mutilés dans leurs fortes branches. Dans le parc de Rambouillet seul, il s'en est trouvé plus de mille qui avoient été ou abbattus ou tellement maltraités qu'il

(15) Il paroît probable que les vitres ayant été cassées par la grêle, et les fenêtres et les portes ouvertes par l'ouragan, le vent est entré avec force dans les bâtimens, et en a soulevé le toit ; c'est sur-tout ce qui a été sensible à l'église de Sours et aux granges de la ferme de Rambouillet.

(16) Le contrôleur des bâtimens à Rambouillet a remarqué que dans les ardoises, il y en avoit beaucoup qui n'étoient pas cassées, mais percées, ainsi que les carreaux des vitres, de trous de deux à trois pouces, et d'une infinité de petits trous, comme si on avoit tiré dessus avec du plomb de chasse. Les parties de couvertures en tuiles ont moins souffert que celles qui étoient en ardoises.

a fallu les arracher : on a été obligé de replanter des allées entières. L'état de destruction de ce parc est rapporté dans le mémoire de l'un de nous (M. Tessier). On nous a annoncé que de semblables effets ont eu lieu dans toute la bande de l'ouest. La Picardie regrette la perte de ses pommiers, si utiles pour remplacer le vin dans un pays où le raisin ne mûriroit pas. Les vignes, qui se sont trouvées sous les bandes grêlées, ont perdu leur fruit et leur bois, qui ne se réparera que dans trois ans.

Ce qui a le plus fixé l'attention du public, c'est le tort que la grêle a fait aux plantes nécessaires à la nourriture des hommes et des bestiaux, parce que ces plantes tiennent de plus près à nos besoins, et que la plupart des terres ravagées, sont ordinairement consacrées à leur culture ; fromens, seigles, orges, avoines, pois, féves, haricots, lentilles, trefles, luzérnes, etc. (17) rien n'a été épargné. Les sainfoins et les herbes des prairies naturelles étoient récoltés alors. Le chanvre, le lin, le houblon, le colsat, la navette ont subi le sort des plantes céréales. Tous ces différens végétaux ont été détruits en totalité ou en partie, selon les espèces, l'époque de leur végétation et la position du pays, par rapport aux bandes de grêle.

Dans l'une et l'autre bande tous les végétaux, trop foibles pour résister aux coups de grêle, ont été également détruits ; tels sont les plantes céréales, les arbres d'espaliers et les jeunes taillis. Mais les grands bois et les arbres d'allées ont en général été plus endommagés, comme nous l'avons dit, dans la bande de l'ouest, parce que le vent y étoit plus impétueux ; c'est une remarque que l'état des pertes nous permet de faire. Nous en ferons encore une autre. La distribution de la grêle a été si inégale, que les champs ou les villages situés sous le milieu des bandes, ne sont pas toujours ceux qui ont perdu le

(17) Voyez les détails de ces dégâts dans le mémoire cité de l'un de nous. (M. Tessier.)

plus. La grêle est tombée par place, certaines paroisses ont eu le bonheur d'en être presque totalement exemptes, à côté de celles qui en ont été accablées. Quelques cantons de ces dernières ont été plus ménagés que d'autres. On a vu des arbres fruitiers conserver la majeure partie de leurs feuilles et de leurs fruits, au milieu de beaucoup d'autres, qui étoient brisés ou entièrement dépouillés. Les états enfin nous apprennent que parmi les pays grêlés, la perte des uns est des trois quarts, celle des autres, de moitié ou d'un tiers ou d'un quart seulement.

Les commissions intermédiaires des assemblées provinciales ont nommé des experts pour aller vérifier et constater les pertes : on pourroit croire qu'ils les ont exagérées. Mais nous avons peine à nous le persuader. Les commissaires étoient des fermiers, qui sentant combien il seroit fâcheux pour ceux au secours desquels ils étoient appellés de faire connoître le produit ordinaire des terres, se sont trouvés plus disposés à la diminuer qu'à l'augmenter. Comment soupçonner que l'appas d'un dédommagement momentanné et incertain les ait empêchés de calculer pour l'avenir ? Le cultivateur n'est que trop autorisé à craindre que le fruit de ses soins, de son industrie, de sa sobriété et de son travail, ne tourne contre lui et qu'on ne lui donne des taxes à proportion de son activité et de son intelligence. Quoiqu'il en soit, voici l'estimation de la perte que le relevé des états nous a fait connoître dans cinq généralités.

La généralité d'Orléans, en deux cent vingt-sept paroisses, a perdu.	9,301,416 l.
Celle de Paris, en trois cent onze paroisses .	8,541,750
Celle de Soissons, en deux cent deux paroisses.	2,968,913
Celle d'Amiens, en cent cinquante-quatre paroisses	2,779,855
Celle de Lille, en soixante-quatre paroisses. .	1,370,159
Total . . .	24,962,093 l.

Dans ces sommes ne sont pas comprises les pertes des paroisses, qui ne les ont pas fait estimer en argent, comme il y en a dix-sept dans la généralité de Lille, ni celles d'un grand nombre de paroisses, qui n'ont pas cru devoir se plaindre, parce que dans chacune le dégât n'étoit pas considérable; c'est ce qui est arrivé dans le Poitou et dans la Touraine, où une partie des moissons étoit faite; ni celles des bâtimens (18), des jardins et des bois, qui ont été plus fortes qu'on ne peut se l'imaginer (19), ni le manque de produit des vignes dans les années 1789 et 1790, ni enfin la privation des engrais, par la destruction des tiges, des plantes propres à faire des fumiers (20).

Au reste, le tort n'a pas été en raison de l'étendue des pays, mais en raison de leur richesse et de la quantité de terres ensemencées. Voilà pourquoi l'élection de Chartres, qui fait partie de la généralité d'Orléans a perdu 5,720,466 l. dans une espace de douze lieues sur douze, et dans cette élection, on a évalué le dégât du seul village de Sours, qui a douze cents habitans, à 392,184 livres.

Le nombre des paroisses grêlées en France, dont nous ayons

---

(18) La perte de la ville d'Etampes, en vitres seules, a pu se monter à 15000 livres, et celle de la ville de Pontoise, à la même somme en vitres et couvertures.

(19) Il semble qu'on ait compté pour rien le dégât fait aux bois, et c'est bien à tort; car indépendamment des branchages des gros arbres emportés de manière à laisser des plaies nuisibles, les jeunes taillis ont souffert dans toutes leurs parties. Ceux de deux ou trois ans, qu'on n'a pas recepés l'hiver qui a suivi la grêle, ont langui et n'ont pas profité; beaucoup de brins même sont morts. L'un de nous (M. Tessier) a été obligé de faire couper en 1790 un taillis de trois ans, qu'on avoit négligé de couper en 1789. Il a bien repoussé; mais on a perdu un an. Dans les bois frappés de grêle qui continuent à végéter, les plaies laissent des impressions qui ne s'effacent jamais, et qu'on retrouve dans l'intérieur, lorsqu'on fait une section sur une plaie. La quantité du bois aux endroits n'est pas aussi bonne.

(20) Nous ne comptons pas ce qu'il en a coûté de plus pour les frais de récoltes des plantes céréales : car les tiges étant abattues, couchées et mêlées, il a fallu payer plus cher les moissonneurs. Ce surcroît de dépense n'est pas une perte pour le public, puisque des ouvriers en ont profité; il n'en est une que pour le cultivateur, et par conséquent ne doit pas entrer dans la masse de la perte publique.

connoissance, se monte à mille trente-neuf, dont on trouvera les noms plus loin. Dans la Flandre autrichienne, la châtellenie de Courtray, a perdu 997,521 livres, en vingt-cinq paroisses, sans y comprendre onze villages dont on n'a pas fait l'estimation et plusieurs autres, qui n'étoient pas sur l'état. On a porté à 13,600 livres, ou environ, la perte de quelques pays de la châtellenie d'Oudenarde.

Nous n'avons pu savoir si le gouvernement Hollandois est dans l'usage de se faire rendre compte des dommages, que causent les orages, et par conséquent, il nous a été impossible d'ajouter à nos pertes et à celles des Pays-Bas autrichiens, les pertes de la Hollande.

Il y a peu d'exemples d'un orage aussi étendu que celui du 13 juillet 1788. Dom Bouquet, l'abbé Richard et le Journal de Verdun citent, il est vrai, des grêles, dont les grains étoient monstrueux, mais il ne paroît pas qu'aucun ait ravagé autant de pays. Nous croyons cependant pouvoir rappeller trois faits, qui s'en rapprochent d'avantage. L'un qui nous a été communiqué par l'Académie de Bruxelles est tiré de la chronique d'Auchin, tome second de l'histoire de France, et le troisième d'un mémoire pour servir à l'histoire de France, depuis 1515, jusqu'à 1611.

« Le 30 juin 1186, dit la chronique d'Auchin (21), un » grand vent et une violente tempête, venant du sud-ouest » et allant au nord, on perdit dans beaucoup de pays les » fruits et tout ce qui étoit ensemencé; car il tomba en beau-

(21) « Pridie kalendas Julii (1186) turbo gravissimus et tempestas valida ab africano » veniens et ad subsolanum tendens, per multa loca fruges et omnia pessumdedit. » Nam lapides (grandinis) ovo gallinæ majores per loca diversa ceciderunt, qui pe- » cora et oves occiderunt, fenestras quoque vitreas ecclesiarum et domorum tegula » confregerunt. Stipula quoque, quæ in agris remanserat, ita erat fœtens, ut nec » pastui esset apta bestiis. Vindemia in pago Belvacensi et Noviomensi per tempes- » tatem tota pœne esset perdita non solum in his locis, sed etiam in comitatu Ostre- » vandensi et Hainonensi ». *Ex Accetario Aquinetino ad chronica Sigeberti et Anselmi Gemblacensium; edit. Auberti Miræi, anno. 1608, in-4°, ad annum Christi 1186.*

coup

» coup d'endroits des grêlons plus gros que des œufs de poule,
» qui tuèrent des troupeaux et des oiseaux, cassèrent les
» fenêtres des églises et brisèrent les couvertures des maisons.
» La paille, qui étoit restée dans les champs étoit si fétide
» qu'elle ne pouvoit servir même à la nourriture des bes-
» tiaux; presque toute la vendange fut détruite par l'orage
» dans les bourgs de Beauvais et de Noyon, non-seule-
» ment dans ces pays, mais encore dans tout le comté d'Os-
» trevan (22) et de Hainault ».

Le second orage est raconté ainsi par Villaret (23), qui le place au mois de mai 1360.

« On ne peut passer sous silence un évènement dont le té-
» moignage unanime de tous les écrivains contemporains ne
» permet pas de douter. Ils rapportent que dans le temps que
» le roi d'Angleterre (Edouard) étoit campé auprès de Char-
» tres (c'étoit à Bretigny, entre Chartres et le village de Sours)
» il survint un orage accompagné de tonnerre et de grêle
» d'une grosseur prodigieuse, qui écrasoit les hommes et les
» chevaux. Les tentes arrachées par la violence du vent,
» étoient entraînées dans les torrens rapides que formoit cet
» affreux déluge. Mille hommes d'armes et plus de six mille
» chevaux périrent en cette occasion. On dit qu'en ce mo-
» ment, Edouard effrayé, se tourna vers l'église de Chartres,
» et fit vœu de sacrifier son ressentiment et ses prétentions,
» au bien de la paix. » Cette circonstance, suivant tous les historiens, détermina le traité de Bretigny.

Le troisième orage, à cause de son étendue, a beaucoup plus de rapport avec celui dont il est question maintenant. Il eut lieu le 10 juin 1593. L'auteur, qui en rend compte, trop crédule, sans doute, sur le poids des grêlons, qui, selon lui, étoient de dix à douze livres, dit en général que la tempête fut effroyable; que les vitres, les tuiles, les ardoises, furent

(22) Petit pays entre l'Artois et le Hainault, dont Bouchain étoit la capitale.

(23) Tome II, page 132, année 1593, édit. de Cologne, 1719.

brisées ; des hommes et des bestiaux tués, et qu'il y eut peu de villes qui ne s'en ressentissent ; il cite, entr'autres, celle de Tours, Pontoise, Senlis, Meaux, Crépy, Soissons, Amiens et Abbeville.

Nous ferons remarquer ici que les trois orages que nous venons de rapporter, et celui qui fait l'objet de ce mémoire, ont eu lieu de deux siècles en deux siècles, savoir, l'un en 1186, un autre en 1360, un autre en 1593 et le dernier en 1788, un en mai, deux en juin et un en juillet, presqu'aux mêmes époques de leurs siècles.

Pour remédier aux dégats de l'orage de 1788, qu'elles ont été les ressources, quels moyens a-t-on employés? L'agriculture en offroit peu à cet époque, parce que la saison étoit trop avancée. Les moyens qu'elle a cru devoir proposer n'ont pas eu tout le succès qu'on en pouvoit attendre, le temps ne les ayant pas favorisés. On a conseillé de retourner à la charrue les champs grêlés, pour les ensemencer en graines de plantes, dont les tiges ou les racines pouvoient être utiles au bétail privé de pailles de bonne qualité (24). Ce conseil a été suivi par quelques agriculteurs, qui en ont obtenu un foible dédommagement de leurs pertes. Plusieurs autres voyant que la terre étoit couverte de froment et de seigle, que la grêle y avoit répandus, firent labourer et herser leurs champs, dans l'espérance que l'année suivante ils auroient une récolte qui leur auroit peu coûté. Une pièce de terre de plus de vingt arpens, du parc de Rambouillet, fut consacrée à cet essai sous les yeux de l'un de nous (M. Tessier). Bientôt les champs reverdirent comme au mois de novembre. Les pieds même étoient trop près les uns des autres et inégalement espacés. L'hiver de 1788 à 1789, fut, comme on sait, très-rigoureux. Les champs semés par la grêle, quoique

---

(24) La vesce et la spergule étoient les plantes à tige qui pouvoient le mieux réussir. Les navets étoient les plantes à racines qui avoient encore le temps de végéter et de parvenir à leur grosseur ordinaire.

très-forts, souffrirent beaucoup, sur-tout dans les terres froides et humides, qu'un seul labour n'avoit pas assez soulevé et qui n'avoit point eu d'engrais. Néanmoins on vit au printems ces champs, reprendre, et les pieds de froment se fortifier; mais les mauvaises herbes gagnèrent dans toutes les places vuides. Quelques sarclages avec des instrumens auroient pu réparer le mal dans de petites possessions. On n'en employa nulle part; ce qui perça de tiges au milieu des mauvaises herbes, prit un bel accroissement; les épis étoient longs et chargés de grains de bonne qualité. Ils mûrirent plus tard, parce que les pieds étoient écartés et environnés de mauvaises herbes. Mais par des calculs exacts et par une comparaison de produits (25) il a paru démontré à l'un de nous (M. Tessier) qu'au lieu de laisser venir à maturité le seigle et le froment semés par la grêle, il eût mieux valu ne labourer les champs que dans la saison convenable, pour les ensemencer en avoine au printems de 1789. Les produits en froment, et ceux qu'on auroit obtenus en avoine, ont été jugés à-peu-près les mêmes, et plutôt au désavantage qu'à l'avantage de l'essai; mais il y a un dommage qui n'a pas été calculé, c'est ce qu'il en a coûté pour rétablir la pièce de terre, que le défaut de culture avoit infesté de chiendent.

Quelques plantes potagères ou abandonnées à elles-mêmes, ou nétoyées avec soin, ont repoussées depuis l'orage. Il y

(25) Dans les vingt arpens, on récolta soixante-douze setiers trois quarts de froment, mesure de Chartres, chaque setier du poids de 225 à 230 livres. Le setier valoit alors 18 liv.; ce qui donne un produit de 1309 liv., sur quoi il faut déduire 229 liv. pour l'excédent du prix de la récolte du froment, plus chère que celle de l'avoine, reste 1080 liv. Si on eût ensemencé cette pièce de terre en avoine, elle eût donné de produit réel 1118 liv., déduction faite des frais.

Produit en avoine.	1118 l.
Produit en froment.	1080
Avantage en faveur de la culture en avoine	38 l.

Cet avantage, il est vrai, est trop foible pour qu'on doive y avoir égard. Il prouve au moins qu'on est loin d'avoir profité, en laissant venir le bled semé par la grêle.

en a qui ont refleuri et donné des fruits qu'on a pu manger, telles sont les courges, les potirons, les concombres, les tomates, etc. D'autres, quoique très-maltraitées et flétries par les coups de vent et de grêle, ont repris leur végétation, étant coudées et ayant des *calus* aux endroits des coudures. L'un de nous (M. Tessier) les a remarqués sur le chanvre, le maïs, le topinambour. Il a vu sur des ceps de vignes, au commencement d'octobre, des grappes échappées à la grêle, en pleine maturité, à côté de grappes au verjus, produites par les repousses de la vigne. Il a suffit de couper les fanes des plantes à racines, et les feuilles des artichaux et des cardons, dont les tiges n'ont pas souffert. Elles ont repoussé avec beaucoup de vigueur.

Un des soins les plus importans, après l'orage, étoit de rassurer et d'encourager les cultivateurs accablés par une perte immense, que la plupart n'étoient pas en état de supporter. Des remises de fermages anciens et nouveaux, des prêts d'argent, des secours de semences, tels ont été les grands et les seuls moyens, qui pussent réussir. Heureusement ils ont été employés, sur-tout par les propriétaires, dont les intérêts sont liés avec ceux des cultivateurs Sans leurs efforts la majeure partie des pays grêlés n'eût pas été ensemencée. C'est à leur vigilance, c'est aux sacrifices qu'ils ont faits que la France a dû en partie la belle et riche récolte de 1789.

Nous nous sommes bornés à être les historiens fidèles des circonstances qui ont accompagné et suivi l'orage du 13 juillet 1788, sans nous permettre aucun raisonnement sur ses causes et sur la formation de la grêle (26). Il eut fallu nous livrer

---

(26) Il nous suffira de donner ici quelques observations météorologiques.

Le mois de Juin entier et le commencement de Juillet ont été très-pluvieux.

Le 13 Juillet a été précédé de grandes chaleurs. A Pontoise, dans la journée du 12, le thermomètre marquoit 24 degrés au-dessus de zéro, échelle de Réaumur; à Montdidier, en Picardie, 26; à Rebais, en Brie, 29; à Chartres, 28 $\frac{6}{12}$; à Laligre, en Aunis, 26; à Andonville, en Beauce, 27; à Lille, en Flandres, 26; auprès de Boulogne-sur-mer, 22; à Courtray, 24 $\frac{3}{4}$; à Saintes, en Hainaut, 24 $\frac{3}{4}$; à Bruxelles, 26 $\frac{1}{2}$; à Dunkerque,

à des conjectures, tandis que nous ne devons rapporter que des faits. Si quelque chose peut exciter nos regrets, ce n'est pas l'impossibilité de connoître plus parfaitement les causes de cet orage; quelque jour la chimie, en éclairant davantage la physique, la rendra plus hardie dans l'explication des phénomènes de la nature. Mais ce qui nous a été sensible dans les recherches, auxquelles nous nous sommes livrés, c'est leur peu d'utilité pour les hommes, qui ont essuyé la grêle. La seule part, que les sciences puissent prendre à des malheurs de ce genre, est de les constater, et de les faire servir par la réunion des faits et des circonstances intéressantes, à l'accroissement de nos connoissances, en en écartant toute exagération et tout ce qui tient à des préjugés.

LETTRES, Mémoires et Renseignemens qui nous ont mis à portée de faire le Rapport.

Lettres et mémoire de M. Seignette, secrétaire perpétuel de l'académie de la Rochelle, où il est question de l'orage à la Rochelle et dans la Saintonge.

Lettre et observations météorologiques, de M. Pinet fils, correspondant de la société de médecine, à Daligre en Aunis.

Lettre de M. de Reverseaux, intendant de la Rochelle, accompagnée d'une note sur l'isle d'Oleron.

Lettre de M. Gilles de la Tourette, médecin à Loudun.

---

23 $\frac{1}{2}$. Les instrumens sans doute n'étoient pas les mêmes, et il est difficile de compter sur leur précision. L'observateur de Rebais assure que son thermomètre avoit une marche conforme à celui de l'observatoire de Paris. Le thermomètre d'Andonville étoit à mercure, et observé par l'un de nous (M. Tessier). Enfin le père Cotte, qui recueille un grand nombre d'observations météorologiques, nous a marqué que le 12 la chaleur avoit été excessive à Chartres, à Hagueneau, à Honfleur, à Lons-le-Saunier, à Luçon, à Montdidier, à Nantes, au Puy-en-Velay, à Rieux, à Rouen, à Saint-Paul-trois-châteaux, à Tournus, à Saint-Brieux, pays répandus dans les diverses parties de la France.

Envoi par la commission intermédiaire de Poitiers, de notes relatives aux élections grêlées de cette généralité.

Lettre et état des paroisses grêlées de la généralité de Tours, envoyés par la commission intermédiaire.

Lettre de M. Bruneau, médecin à Tours.

Lettre de M. Daine, intendant de Tours.

Lettre de M. Nau, président de l'élection de Loches.

Lettre de M. Toninger, d'Amboise.

Lettre de M. Laurent, de Laval.

Lettre de M. Hardouin, de Mamers, dans le Maine.

Lettre de M. Prud'homme de la Boussinière, de la même ville.

Lettre de M. d'Estourmel, qui envoie les états de la perte des élections de Vendôme et de Châteaudun, avec les indications sur la carte de l'Orléanois.

Lettre de M. Bouvet, négociant à Chartres, membre du bureau intermédiaire, chargé de constater les dégâts de l'élection de Chartres et de celle de Dourdan, accompagnée des états de ces pertes.

Lettre et mémoire de M. Vaugeois, vicaire de Sours, un des villages les plus maltraités du pays chartrain. Ce mémoire contient une topographie du lieu, et des observations intéressantes.

Lettre de M. de Reverseaux, écrite de sa terre de Beaumont, en Beauce, sur le bord de l'orage.

Lettre et mémoire de M. Clozier, correspondant de l'Académie, à Etampes. Le mémoire est bien fait, et contient des détails intéressans. M. Clozier a été témoin de l'orage.

Lettre de M. Baron l'aîné, d'Etampes, membre du bureau de département, et envoi de l'état des paroisses grêlées dans l'élection d'Etampes avec l'appréciation des pertes en argent et relativement à ce qui a été conservé des récoltes.

Lettre de M. Pelé, artiste vétérinaire, à Toury, et envoi de l'état des paroisses grêlées dans les élections d'Orléans, Baugency, Pithyviers.

Observations de M. Thévenin, contrôleur des bâtimens à Rambouillet, concernant les dégâts faits aux bâtimens.

Lettre et mémoire de M. Pihan de la Forest, procureur du roi, au bailliage de Pontoise. Le mémoire contient la description de l'orage. M. de la Forest y a joint une carte, qui indique les paroisses.

Mémoire de M. Challan, procureur du roi à Meulan.

Lettre de M. de Grouchy, membre du bureau du département de Senlis.

Etats de la perte des élections de Paris, Meaux, Pontoise, Senlis, Compiègne, Beauvais, Dreux, Saint-Germain, Saint-Denis.

Lettre de M. de Laverdy, dans laquelle il rend compte de l'orage à Neuville, élection de Dreux.

Lettre et mémoire de M. Duperron, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, à Soissons, à M. Peronet. Dans le mémoire est une description de la marche et des effets de l'orage.

Etats des pertes de la généralité de Soissons, envoyés par la commission intermédiaire.

Lettre et mémoire de M. Fourcroy, conseiller au bailliage de Clermont en Beauvoisis, avec l'etat des pertes de cette élection.

Lettre de M. Tourtain, curé d'Orly, près Rebais en Brie.

Lettre de M. Leroy, procureur fiscal a Versigny.

Etats des paroisses grêlées dans les élections de Montdidier et Péronne, de la généralité d'Amiens, envoyés par M. Bervillet, secrétaire provincial.

Mémoire sur l'orage par M. Chaudon, médecin à Montdidier.

Envoi d'une carte où sont marquées les paroisses grêlées de cette élection, par M. le curé de Fontaine.

Lettre écrite d'Albert, par M. le Marchant de Lille, membre du Bureau du département de Péronne.

Lettre et mémoire de M. Dollet, médecin à Landrecy, qui a essuyé l'orage auprès de Bouchain.

Lettre de M. Sénac, intendant de Valenciennes, avec évaluation de la perte dans le Cambresis.

Lettre de M. Duclos, ingénieur des ponts-et-chaussées de Dunkerque, à M. Perronnet.

États des dégâts faits dans l'Artois et la Flandre-Wallone, qui comprend les environs de Lille, Douay et Bapaume, envoyés par M. Esmangart, Intendant de Flandres, et d'Artois.

Lettre du même, qui conseille de s'adresser à l'Académie de Bruxelles pour avoir des détails de l'orage dans les Pays-bas-Autrichiens.

Lettre et description de l'orage, par M. Saladin, médecin à Lille, avec l'envoi d'une petite carte du pays.

Lettre de M. Mann, secrétaire de l'Académie de Bruxelles, au nom de cette académie. Il rend compte des circonstances de l'orage dans les Châtellenies de Courtray et d'Oudenarde, et dans les environs de Tournay. Il envoye l'état des pertes constatées dans les Pays-Bas Autrichiens, et l'extrait des lettres de la société Zélandoise de Flessingue; de la société batavique de Rotterdam, et de plusieurs savans des Pays-Bas et de Hollande.

NOTICE sur les autres Grêles de la même année.

Pour rendre notre travail plus complet, nous avions résolu de réunir, dans ce rapport, les pertes occasionnées dans les diverses parties de la France, par les orages de grêles survenus à d'autres époques qu'à celle du 13 juillet. Nous sommes parvenus à connoître le plus grand nombre des villages, qui en ont éprouvé pendant le cours de l'année 1788 (27). Mais beaucoup

(27) Lettre de M. de Ballainvilliers, Intendant de Languedoc, et état des pertes de la province.

Mémoire de M. Saulnier, curé de Saint-Cirgues-Montcelez, en Auvergne, près Issoire.

beaucoup de pays ne nous ont pas fait passer l'appréciation de ce qu'ils ont perdu, en sorte qu'il ne nous est pas possible de tout calculer. Néanmoins, ce que nous avons recueilli offre un grand intérêt, puisqu'il fait voir que le fléau de la grêle s'est fait sentir presque dans toutes les parties de la France. Nous placerons d'abord les généralités, dont la perte a été estimée, et ensuite celles, dont on ne nous a envoyé que les noms des paroisses.

Dans la généralité d'Auch, les Élections d'Auch, de Grenade, de Saint-Nicolas de la Grave, Maubourguet, Mirande, Muret, Lombès, Saint-Gaudens, Saint-Girons, Trie, Oleron, Quatre-Vallées, provinces de Navarre et Bigorre ont perdu le 10 juillet, en cent quatre-vingt-cinq paroisses, deux millions cent quarante-neuf mille quatre cents soixante-quatre livres. Nous n'y comprenons pas la perte des élections

---

Lettres et mémoires de M. du Montel de la Terrade, lieutenant-général de police, à Vesoul, en Franche-Comté.

Lettre de M. de Talleyrand, archevêque de Reims, et état de la perte de quelques villages de Champagne.

Lettre de M. le cardinal de la Rochefoucault, et état des pertes de la Haute-Normandie; et lettres du département des Andelys, de celui de Pont-l'Evèque, de M. le Fevre, de Caen, de M. le Masson, de Montivilliers, du département de Neufchatel, de celui de Gisors.

Lettre de M. Amelot, Intendant de Bourgogne, et état des pertes de la province.

Lettre de M. Meulan d'Ablois, intendant de la généralité de Limoges, et état des pertes de cette généralité.

Lettres de plusieurs Présidens d'assemblées provinciales, Evêques et Intendans dont les généralités n'ont point eu de grêle.

Lettre de M. le baron de Courset, qui rend compte de l'orage du 12 Juillet, à Boulogne-sur-mer.

Lettre de la commission intermédiaire de Lyon, et état des villages grêlés dans le Forêz.

Lettre de M. le vicomte de Beaune, Président de l'assemblée provinciale d'Auvergne, et état des villages grêlés en Auvergne.

Lettre de M. l'Archevêque d'Auch, et état des pertes de la généralité de Pau.

État des pertes des Trois-Evêchés.

d'Aguan et de Nogaro, qui n'avoient pas fourni leurs états, ci . . . . 2,149,464 liv.

Dans la généralité de Rouen, les élections de Gisors, Andelys, Pont-l'Evêque, Pont de l'Arche, Montivillier et Neuchatel en Eu, en quatre-vingt-dix-huit paroisses, la plupart, le 12 juillet, ont perdu . . . . 523,669 liv.

Dans la généralité de Limoges, les élections de Limoges, Angoulême, Tulle, Brive, Bourganeuf, à différentes époques de l'année, en cent trente-quatre paroisses ont perdu . . . . 594,904 liv.

Dans la généralité de Besançon, l'élection de Vesoul, les 19 et 20 juin, en six paroisses ou communautés, a perdu . . . . . 194,190 liv.

Dans la généralité de Chalons, quatre paroisses, les 11 et 12 juillet, ont perdu . 13,500 liv.

Dans la généralité de Languedoc, les diocèses d'Alby, Carcassonne, Alet, Montauban, Comminges, Alaïs, Beziers, Le Puy, Viviers et Uzès, en cent trente-six paroisses ont perdu dans les mois de mai, juin, juillet, août et septembre, la plupart des orages ayant eu lieu en juillet et août . 1,261,809 liv.

Total des pertes connues . . . . 4,737,536 liv.

Dans les Trois Evêchés, trente-quatre paroisses ont été ravagées par la grêle, en mai, juin, juillet et août.

Dans la nuit du 4 au 5 juillet, cent trente-une paroisses l'ont été, tant dans le département de Monbrison, en Forèz, que dans les élections d'Issoire, de Clermont, Saint-Flour, Aurillac, Brioude, Mauriac et Riom en Auvergne. Il y a eu de grands dégâts, et même des moutons tués.

Dans la généralité de Bourgogne, plus de soixante paroisses

l'ont été dans les mois de mai, juin, juillet, et même septembre.

Dans la généralité de Poitiers, quarante-quatre paroisses ont été grêlées pendant l'été.

Dans la généralité de Tours, quatre-vingt-huit paroisses,

Dans l'élection de Laval, quatre paroisses.

Dans l'élection de Chartres, six paroisses.

Dans celle de Senlis, treize.

Dans celle de Pontoise, treize.

Dans celle de Château-Thierry, cinq.

Dans celle de Mondidier, neuf.

Dans celle de Péronne, plusieurs.

Dans celle de Meulan, plusieurs.

Dans celle de Sainte-Menehoul, plusieurs.

Dans celle de Dreux, plusieurs.

Le total du nombre des paroisses connues dont on nous a donné l'état des pertes, est de 563, et celui des paroisses qu'on nous a seulement désignées, est de 407. En estimant la perte des dernières par approximation d'après la perte des premières, on voit qu'elle se monte à 3,424,827 livres.

Ainsi, la perte totale des neuf cents soixante-dix paroisses grêlées par différens orages arrivés à d'autres époques qu'au 13 juillet, est de 8,162,363 livres.

Conclusion générale.

L'orage du 13 juillet 1788, a ravagé un grand nombre de pays, sous deux bandes parallèles, partant de deux points, et se terminant à deux points differens.

L'une a commencée sur la côte d'Aulnis, a traversé ensuite le Poitou, la Tourraine, l'Orléanois, l'Isle de France, la Picardie, la Flandre-Françoise, et a pénétré dans la Flandre-Autrichienne, dans la Zélande et dans la Hollande.

L'autre, prenant son origine dans la Saintonge, s'est étendue dans l'Angoumois, puis dans toutes les provinces de France, qu'a parcourues la première, et de là a passé dans le

Brabant et dans les parties des états de la Hollande, qui étoient dans la même ligne.

La mer des côtes d'Aunis et de la Saintonge d'une part, et de l'autre, la mer de la Hollande, sont les bornes de cet orage, un des plus considérables qu'on ait éprouvé.

La largeur moyenne, entre les bandes de grêle, est de cinq lieues un quart; la largeur moyenne d'une des bandes, est de quatre lieues, et celle de l'autre, de deux lieues et un quart.

La longueur entière d'une des bandes est de cent soixante-quinze lieues, et celle de l'autre, de deux cent lieues.

La direction de l'orage étoit du sud-ouest au nord-est.

Il a été précédé, dans chaque pays, d'une obscurité profonde, qui s'est fait sentir très-loin des points grêlés.

En sept heures de temps, il a traversé toutes les parties de la France qui l'ont éprouvé, le vent faisant seize lieues et demie par heure.

Les grêlons étoient irréguliers, les uns ronds, d'autres longs et armés de pointes; les plus gros pesoient au plus une demi-livre.

Dans chaque pays, la durée de la chûte de la grêle n'a été que de sept à huit minutes.

Aucun homme n'a été tué par des grêlons; mais beaucoup d'animaux ont été ou tués ou estropiés, des bâtimens ont été renversés, des arbres déracinés ou tordus, ou ébranchés, les grains et les vignes détruits, etc.

La perte connue de cet orage est de .	24,962,093 liv.
Qu'on y ajoute celle des autres orages de la même année (28), qui peut être portée à	8,162,363 liv.
La France a donc eu le malheur, en 1788, de perdre par la grêle	33,124,486 liv.

(28) Il seroit utile qu'on relevât dans les bureaux du contrôle-général, les pertes occasionnées par les grêles pendant dix ans, afin d'en former une année commune. On doit y trouver des états qui constatent ces pertes. On y auroit égard dans le calcul des produits réels du territoire de la France; car nous ne voyons pas qu'on défalque les pertes que causent annuellement les grêles. Toutes les années sans doute ne sont pas à cet égard aussi désastreuses que celles de 1788; mais en ne comptant pour rien la grêle du 13 Juillet, on voit que la perte est encore bien considérable.

NOMS des Paroisses grêlées par l'orage du 13 juillet 1788; elles sont rangées par Généralités et Elections, en suivant un ordre alphabétique dans chaque Election.

GÉNÉRALITÉ DE LA ROCHELLE.

Chalais.
Curat.
Montboyer.
Sainte-Marie.

GÉNÉRALITÉ DE POITIERS.

Election de Poitiers.

Jaulnais.
Mazant.
Migné.
Nérico
Nouzilly.
Puy-d'Ardanne.

ELECTION DE CHATELLERAULT.

Availle.
Dangé.
La Roche-Amenon.
Saint-Romain.
Saint-Ustre.
Targé.
Vaux.

GÉNÉRALITÉ DE TOURS.

Election de Loches.

Bournan.
Civray
Coursay.
La Chapelle-Blanche.
Manthelan.

Election de Tours.

Berthenay.
Chanceaux.
Charentilly.
Fondettes.
Luynes.
Louestault.
Marray.
Metray.
Nouzilly.
Saint-Laurent en Gastines.
Saint-Roch.
Serelles.
Valières.

Election d'Amboise

Bleré.
Cangy.
Chargé.
Dierre.
La Croix.
Limeray.
Montlouis.
Saint-Denis hors Amboise.
Saint-Martin le Beau.
Souvigny.

Election de Château du Loir.

La Ferrière.
Les Hermites.
Montrouveau.
Rorthe.

Election du Mans.

Le canton de Mamers.

Election de Laval.

Cossé-le-Viviers.

GÉNÉRALITÉ D'ORLÉANS.

Election de Vendôme.

Ambloy.
Azé
Beauchêne.
Chauvigny.
Danzé.
Epuisay.
Espéreuse.
Fontaine.
Fontaine-Raoul.
Houssay.
Jortan.
La Chapelle-Vicomtesse.
La Ville-aux-Clercs.
Lasnières.
Le Rouillis.
Le Sentier.
Le Temple-de-Champignole.
Les Hayes.
Les Roches-l'Evêque.
Long-pré,
Lunay.
Marsilly.
Mézangé.
Monthodon.
Prunay.
Romilly.
Sainoutrille.
Saint-Arnould.
Saint-Jacques de Gueret.
Saint-Laurent de Mentoyé.
Saint-Marc du Cors.
Saint-Martin du Bois.
Saint-Pierre du Bois.
Saint-Quentin.
Savigny.
Ternay.
Thoré.
Trao.
Vaellavard.
Villers.

Election de Blois.

Herbault.
Langeay.
Menars.
Mer
Orchese.
Saint-Secondin.

Election de Beaugency.

Bucy Saint-Liphard.
Boullet.
Bricy.
Charsonville.
Coinces.
Espiez.
Ouzouer le Marché.
Saint-Péravi la Colombe.

Election de Châteaudun.

Alluye.
Arrou.
Autheuil.
Boisgasson.
Bonneval.
Boussey.
Bouville.
Bulainvillo.
Châteaudun.

Châtillon.
Cloye.
Courtalain.
Crisay en Dunois.
Dancy.
Dangeau.
Douy.
Droué.
Flacey.
Gohorry.
La Chapelle du Noyer.
La Chapelle Onzerain.
Launeray.
Langey.
Le Gaut en Beauce.
Logron.
Marberie.
Montarville.
Montboissier.
Montemain.
Montigny.
Moriers.
Neuvy en Dunois.
Péronville.
Pré Saint - Evroul.
Pré Saint - Martin.
Romilly sur Aigre.
Ruan.
Saint - Christophe.
Saint-Denis les Ponts.
Saint - Germain.
Saint - Hilaire sur Yere.
Saint - Lubin de Signy.
Saint - Maurice.
Saint - Maur.
Saint - Martin du Sceau.
Saint-Pellerin.
Saumeray.
Solon.
Villeneuve la Fronville.
Villebout.
Vitray.
Yevres.

Election d'Orléans.

Artenay.
Baigneaux.
Bazoches les Gallerandes.
Bucy le Roi.
Chaussy.
Chevilly.
Creusy.
Dambron.
Faronville.
Huestre.
Lion.
Lumeau.
Oison.
Ormes.
Outarville.
Poinville.
Pourpry.
Rouvray Sainte - Croix.
Ruan.
Saint - Peravi - Epreux.
Santilly.
Sougy.
Tillay le Gaudin.
Thivernon.
Terminiers.
Trinay.

Election de Pithiviers.

Allainville.
Angerville la Gaste.
Autruy.
Faronville, autrefois Acquebouille.
Thoury.
Truville.

Election de Dourdan.

Ablis.
Barmainville.
Boissi le Sec.
Brières les Scellés.
Claire - Fontaine.
Domerville.
Guillerval.
Monnerville.
Oinville Saint-Liphard.
Rouvrai Saint-Denis.
Sonchamps.

Election de Chartres.

Allonne.
Andeville.
Armenonville Gatineau.
Aunay.
Auneau.
Bailleau le Pin.
Bailleau sous Gailiardon.
Beauvilliers.
Bercheres l'Evêque.
Barjouville.
Beville le Comte.
Blandainville.
Bleury.
Boisvillette.
Boncé.
Bullou.
Cereuse.
Champseru.
Cheronville.
Coltainville.
Corancès.
Craches et l'Abbaye.
Dammarie.
Ecrones.
Eurancé.
Epeautrolles.
Epernon.
Ermenouville la Grande.
Ermenouville la Petite.
Fontenay sur Eure.
Francourville.
Frenay le Comte.
Gallardon.
Gasville.
Gaz.
Guzeran.
Gellainville.
Houville.
Illiers.
La Chapelle Saint-Loup.
Levainville.
Luplanté.
Magny.
Meslay le Grenet.
Meslay le Vidame.
Mezières au Perche.
Mignières.
Moinville.
Montainville.
Montlouet.
Morancé.
Nogent le Phaye.
Nogent sur Eure.
Oinville sous Auneau.
Orsins.
Orsemont.
Orsouville.
Pezy.
Prunay le Gillon.
Prunay sous Ablis.
Rambouillet.
Roinville.
Rouvray Saint-Florentin.

Saint-Avit.

Saint-Avit.
Saint-Cheron du Chemin.
Saint-Cheron les Chartres.
Saint-Denis de Cernelles.
Saint Hilarion.
Saint-Julien du Coudray.
Saint Leger des Aubées.
Saint-Symphorien.
Saudarville.
Sours.
Theuville.
Thivars.
Voves.
Villarceaux.
Voises.
Umpeau.
Ville-Neuve Saint-Nicolas.
Villars.
Vert.
Ymeray.

GÉNÉRALITÉ DE PARIS.

Elections de Dreux et Montfort.

Avernes.
Auffargis.
Bailly.
Bazoches.
Beyne.
Bonnières.
Coignières.
Elancourt.
Fontenay-le-Fleury.
Gadaucourt.
Jouars.
Le Perray.
Le Tremblay.
Les Breviaires.
Les Clayes.
Les Essarts.
Les Menuls.
Longuesse.
Maurepas.
Mareil.
Montfort.
Montigny.
Neauphle-le-Château.
Neauphle-le-Vieil.
Noisy.
Plaisir.
St-Germain de la Grange.
St-Remi.
Thiverval.
Thoiry.
Trappes.
Vigny.
Vieille Eglise.
Villiers Cul-de-Sac.

ELECTION D'ETAMPES.

Abbeville.
Andonville.
Arrancourt.
Auvers.
Boisseaux.
Boissy la Rivière.
Boissy le Cutté.
Bonvilliers.
Bouray.
Cerny.
Champigny.
Chaufour.
Dhuison.
Etampes.
Estouches.
Estrechy.
Fontaine.

Gironville en Beauce.
Itterville.
La Montagne.
Le Mesnil-Voisin.
Marolles.
Mereville.
Ormoy la Rivière.
Pannetière.
Saclas.
St-Cyr.
St-Germain de Morigny.
Villeneuve-sur-Auvers.

ELECTION DE PARIS.

Ablon.
Andresis.
Aschères.
Athis.
Bagnolet.
Bessancourt.
Berthemont.
Boissy St-Léger.
Bondy.
Bonneuil.
Bouafle.
Boudouste.
Brevannes.
Carrière St-Denis et Houille.
Chamarante.
Chambourcy.
Champigny.
Champs.
Chanvry.
Charenton-le-Pont.
Charenton St-Maurice.
Charonne.
Chatou.
Chavenay.
Chelles.
Chenevières-sur-Marne.
Chettainville.
Chevilly.
Choisy-le Roi.
Chichy en Aulnois.
Conflans Ste-Honorine.
Couberon.
Courtry.
Croissy-Chatou.
Creteil.
Crosne.
Cuspierre.
Davron.
Draveil.
Echarson.
Egremont.
Eragny et Neuville.
Essonne.
Esvry-sur-Seine.
Feucheroles.
Fleury Merogis.
Fontenay-les-Bois.
Franconville la-Garenne.
Frepillon.
Gagny.
Gournay.
Grigny.
Herblay.
Jouy-le-Moustier.
Ivry.
La branche du Pont de St-Maur.
La Queue.
La Varenne St-Maur.
Lardy-Leudeville.
Le Pin.
Le Plessis-Pâte.
Les Layes.
L'Etang la Ville Mondé.
Lisse et Courcouronne.

Livry.
Maisons, près Charenton.
Maisons-sur-Seine.
Marly-le-Roi.
Marolles en Brie.
Mesnil-le-Roi, et Carrière.
Mesnil St-Denis.
Mignau.
Mons.
Montesson.
Montfermeil.
Monthieron.
Mont-Jay.
Montigny et la Frête.
Montreuil-les-Bois.
Morsang-sur-Orge.
Mours.
Neuilly-sur-Marne.
Noiseau.
Noisielles.
Noisi-le-Grand.
Noisi-le-Sec.
Nogent-sur-Marne.
Orangis.
Orly.
Orgeval.
Ormesson.
Ozouer-la-Ferrière.
Paris.
Pierrelay.
Plessis-Bouchart.
Poissy.
Presle.
Rennemoulin.
Ris et la Borde.
Romainville.
Rosny.
Ste-Geneviève des Bois.
St-James Saulnetz.
St-Leu Taverny.
St-Martin du Tertre.
St-Nom la Bretêche.
St-Nom de Levy.
St-Pierre de Bretigny.
St-Vrain.
Sartrouville.
Savigny.
Soisy-sur-Seine.
Sucy.
Taverny.
Thiais.
Torfou.
Triel-Bourg.
Triel-Chanteloup.
Triel-Larière.
Triel-Pissefontaine.
Vaire.
Valenton.
Verrières.
Vert-le-Grand.
Vert-le-Petit.
Vignay.
Villabé.
Villaine-sous-Poissy.
Villeneuve-le-Roi.
Villeneuve-St-Georges.
Villemouble.
Villeparisis.
Villiers-Adam.
Villiers-sur-Marne.
Vilpreux.
Vincennes.
Wissous.
Vitry.
Viry et Châtillon.
Yères.

ELECTION DE PONTOISE.

Arronville.
Auvers.
Butry.
Cergy.
Edouville.
Ennery.
Epiais.
Fontenelle.
Frouville.
Genicourt.
Herouville.
Jouy-le-Comte.
Labbeville.
Lelay.
Les Mezières.
Livilliers.
L'Isle-Adam.
Menouville.
Meriel.
Mery.
Nesles.
Osny.
Pontoise.
Stors.
St-Ouen.
Vallengoujard.
Valmoudois.

Bornel.
Bruyères.
Chambly.
Champagne.
Crouy.
Dieudonné.
Droizelles.
Ercuys.
Ermenonville.
Eve.
Fresnoy en Telle.
Gouvieux.
Mesnil-St-Denis.
Montagny.
Montataire.
Morancy.
Morangle.
Neuilly en Telle.
Nointel.
Noisy.
Othis.
Persang.
Precy.
Puisieux.
Ronquerolles.
Rozières.
St-Leu d'Esserens.
Ver.
Versigny.
Villers-sous-St-Leu.

ELECTION DE SENLIS.

Asnières.
Baron.
Belle-Eglise.
Bernes.
Blaincourt.
Borangs.

ELECTION DE MEAUX.

Bregy.
Charny.
Claye.
Compans.
Cuisy.
Dammartin.

Gressy.
Juilly.
Lagny-le-Sec.
Le Mesnil-Amelot.
Le Plessis-l'Evêque.
Le Plessis-Vicomte.
Longperier.
Marchemorel.
Messy.
Mitry.
Montgé.
Morry.
Moussy-le-Vieil.
Nantouillet.
Oissery.
Rouvres.
Silly.
Souilly.
St-Mesme.
St-Pathus.
St-Souplet.
Thieux.
Villeneuve-sous-Dammartin.
Vinante.

Election de Beauvais.

Ballagny.
Bury-Angy.
Cauvegnye.
Foullange.
La Chapelle-St-Pierre.
Mouy.
Ully St-Georges.

Election de Compiégne.

Gillocourt.
Orouy.
St-Martin de Bethizy.

Généralité de Soissons.

Election de Crespy.

Auger-St-Vincent.
Bemont.
Beroques.
Bethaucourt.
Betz.
Bonneuil.
Bouillant.
Chevreville.
Crepy.
Cuise-la-Mothe.
Demenil.
Duvy.
Feigneux.
Fresnoy-Boissy.
Glaigues.
Haute-Fontaine.
Le Luat.
Levignan.
Lieurestauzé.
Macqueline.
Montigny-Russy.
Mortefontaine.
Ormoy-Villers.
Oynes.
Pierrefond et Palesne.
Proye.
Retheuil.
Rocquemont.
Rouville.
Roy St-Nicolas.
St-Jean-aux-Bois.
Sennevières.
Sery-Maguëval.
Taillefontaine.

Trumilly.
Vauberon.
Vaumoise.
Vez.

Election de Clermont.

Aguetz.
Angiville.
Ausacq.
Avrechy.
Auvilliers.
Ayrion.
Bailleval.
Breuil-Seo.
Breuil-Vert.
Bethaucourt.
Bulles.
Cambronne.
Cattenois.
Cattillon.
Cauffris.
Cernois.
Cirs.
Cramoisis.
Cressousacq.
Cuignères.
Erqueris.
Erquinvillers.
Etouis.
Fitz-James.
Fouilleuse.
Fournival.
Houdainville.
Laingueville.
Lamescourt.
La Rue Prevôt.
Leglantier.
Liancourt.
Lieuvillé.
Maimbreville.
Maiselle.
Mellot.
Mery.
Neuilly.
Nointel.
Nourard.
Noroy.
Rautigny.
Remecourt.
Reuil-sur-Arre.
Rousseloy.
St-Aubin.
St-Remy-en-l'Eau.
St-Wast.
Thiverny.
Thury.
Trois-Etots.
Valescourt.
Vuy-St-Georges.

Election de Soissons.

Allemand.
Ambleny.
Attichy.
Autrèches.
Berneuil.
Benné.
Berny-Rivière.
Bittry.
Blerancourdel.
Bourguignon.
Blerancourt.
Bretigny.
Caisne.
Camelin.
Courtieux.

Croutoy.
Cus.
Fresne.
Jaulzis.
Longbraye.
Maniamp.
Montigny-Langrain.
Morsain.
Moulin sous trois vents.
Nancelles.
Oudignicourt.
Quiercis.
Resson-le-Long.
Relonde.
St-Cristophe à Bery.
St-Crespin aux Bois.
St-Paul aux Bois.
St-Pierre à Bilry.
St-Aubin.
Trosly-Breuil.
Vassans.
Vic-sur-Aisne.

Election de Noyon.

Abbecourt.
Appilly.
Benais.
Caumont.
Cerisis.
Chauny.
Coudrent.
Damecourt.
Frière Faillouelle.
Hinaucourt.
Jussy.
Liez.
Lisfontaine.
Marest.
Mennessier.
Neuflieu.
Oynes.
Rumignies.
Tracy-le-Mont.
Tracy-le-Val.
Veudeuil.
Villequier.
Viri.
Vouelle.
Vruillers

Election de Laon.

Alincourt.
Amigny-Rouy.
Auffrique.
Autreville.
Beaumont.
Bernot.
Bertignicourt.
Bourg.
Bulsancourt.
Bùziris.
Champ.
Chevresis-les-Dames.
Chevresis-les Meldeux.
Coucy-la-Ville.
Dolsy.
Ebouleaux.
Effry.
Ferrières.
Fresne.
Montigny-le-Franc.
Mouy.
Remy.
Ribemont.
Rosière, et le Bas-Rosière.
St-Gobin.

St-Pierremont.
Septvaux.
Servais et d'Oeuillet.
Tavaux et Pont-Sericourt.
Thenailles.
Verneuil.

Election de Guise.

Ecaufour.
Etaves et Bocqueaux.
Fontaine et Fieutaine.
Hauteville.
Illancourt.
La Flamaugrie.
Luzoir.
Marcy.
Origny-St-Benoît.
Seboncourt.
Tupigny.
Vadancourt.
Vaux en Arroise.
Verly.
Wimy.

GÉNÉRALITÉ D'AMIENS.

Election de Montdidier.

Andechy.
Arviller.
Ayencourt.
Bajonvillers.
Beaucourt.
Beaufort.
Becquigny.
Bouchoire.
Bouillancourt.
Boussicourt.
Broyes.
Buissencourt.
Caix.
Cardonnoy.
Cayeux.
Coivrel.
Contoire.
Courcelles et Epayel.
Courtemanche.
Crèvecœur-les-Ferières.
Damery.
Davenescourt.
Domeliens et Hameaux.
Dompierre.
Donfront.
Enguillaucourt.
Erches.
Etel-Say.
Faverolles.
Fescamps.
Ferrières.
Fignières.
Follie.
Fontaine-sous-Montdidier.
Fournival.
Frenoy-les-St-Marc.
Gannes.
Godenvillers.
Gratibus.
Griviller.
Guillaucourt.
Hangest.
Hargicourt.
Ignaucourt.
La Boissière.
La Mothe-Brunvillers.
La Neuville-le-Roi.
Le Cauzel.

Le Chaussoy-sur-Davenescourt.
Le Mesnil-St-Georges.
Le Plessier-sur-St-Just.
La Folie-sous-Griverne.
Le Petit-Saint.
Le Quenel.
Le Quenoy.
Le Tronquoy.
Lieuvillers.
Maignelers.
Malpart.
Marquivillers.
Marest-Montier.
Meharicourt.
Menesvillers.
Mesvillers, dit Pieune.
Maizières.
Montgerain.
Montdidier.
Montiers.
Montigny.
Pereines.
Pierrepont.
Plessiers-Rozainvillers.
Plainval.
Promp-le-Roi.
Quinquempoix.
Ravenel.
Remangies.
Rozières.
Roye, ſauxbourg St-Médard.
Sains et Moranvillers.
St-Aurin.
St-Marc-les-Triots.
St-Martin-aux-Bois.
St-Just.
Tricot.
Villers les-Royes.
Vresy.
Waquemoulin.
Warsies.
Warvillers.

Election de Péronne.

Ablaincourt.
Assevillers.
Bazantin, grand et petit.
Becourt.
Becordel.
Belloy.
Billancourt.
Berny.
Bouchavesne.
Bray.
Carnoy.
Chaulnes.
Chilly.
Chipilly.
Chuignes.
Chuignolles.
Clairy.
Cocurlu et Feignier.
Combles.
Contalmaison.
Cressy.
Dompierre et Bussu.
Espehy.
Estinchem, grand et petit.
Estrée et Denieccourt.
Fay.
Feuillères et Buscourt.
Flaucourt.
Flers.
Fouquiecourt.
Franssart.

Fregicourt.
Frennes.
Fricourt.
Frize.
Goyencourt.
Gueudecourt.
Hallu.
Harbonières.
Hattencourt.
Herbecourt.
La Chavatte.
La Neuville-les-Bray.
Languevoisin.
Le Hem et Moneau.
Le Boissel et Auvillers.
Le Mesnil en Arrouaise.
Lihons.
Longueval.
Lucheux.
Mametz.
Marcelet.
Maricourt.
Maucourt.
Meaulte.
Mericourt-sur-Somme.
Miraumont.
Moislain.
Montauban.
Parvillers.
Pozières.
Pressoir.
Proyard.
Punchy.
Pyes.
Ramecourt.
Ronsoy.
Sailly et Saillizel.
St-Léonard.
Suzanne.
Vauvillers.
Vermandovillers.

GENERALITÉ DE LILLE OU DE FLANDRE.

Achis-le-Grand.
Ascq.
Attiche.
Auchy.
Austain.
Avelin.
Avesnes-les-Nonains.
Bachy.
Baisieux.
Beaulencourt.
Beaumets-les-Cambray.
Bertincourt.
Bercu.
Bersec.
Bizeaucourt.
Boiry-Becquerel.
Bourghelles.
Bouvines.
Buignâtre.
Bus.
Camplin.
Capelle.
Cheren.
Cisoing.
Cobrieux.
Coutiches.
Croisilles.
Dechy.
Douai et sa banlieue.
Ecourt.
Ennevelin.

Ervillers.
Esplechin.
Estrées.
Falempin.
Favreuil.
Ferin.
Fives.
Flequières.
Flines.
Genech.
Grevillers.
Hameau de Monchin.
Hameau de Phalempin.
Hamelincourt.
Hellemmes.
Henninel.
La Neuville.
L'Agincourt.
Lallaing.
L'Ecluse.
Le Bray.
L'Epine.
Ligny et le Barque.
Lille.
Longâtre.
Louverval.
Maisoncelles.
Marc en Pevelle.
Marquain.
Martinpuich.
Merignies.
Mouchain.
Mons-en-Pevelle.
Mont de Trinité.
Morchies.
Nomain.
Orcq.
Ostricourt.
Pont-à-Tressin.
Pronville.
Queant.
Raches.
Raimbeaucourt.
Riancourt-les-Bapaume.
Roubaiz.
Sainghin.
Sin.
Sin-le-Noble.
St-Leger.
Templeuve.
Thumeries.
Tilloi.
Tourmignies.
Tressin.
Wahagnies.
Wannehain.
Watrelos.

PAYS-BAS AUTRICHIENS.

Châtellenie de Courtray.

Aelbeke.
Bavichove.
Belleghem.
Courtray, dehors.
Cocyghem.
Cuerne.
Deerlyck.
Dentherghem.
Desselghem.
Gotthem.
Harelbeke-la-Ville.
Harelbeke, dehors.
Heestert.
Herseaux.
Hulste.

Luigne.
Marckeghem.
Marcke.
Menlebecke.
Mœden.
Moucron.
Oesselghem.
Oeyghem.
Rotteghem.
Roosebecke.
St-Genois.
Sweveghem.
Wachem.
Vichte.
Waereghem.
Wulsbecke.
Vyfve St-Bavon.
Vyfve St-Eloy.

PROVINCES-UNIES.

Amsterdam.
Bois de Harlem.
Delft.
Flessingue.
Harlem.
Hœinstède.
Isle de Walcheren.
La Haye.
Rotterdam.
Zierichzée.

OBSERVATIONS
DE LA PREMIÈRE COMÈTE DE 1790,
DÉCOUVERTE EN ANGLETERRE
PAR MISS HERSCHEL

Observée à Paris, de l'observatoire de la Marine, le 19 et le 20 janvier (1).

PAR CHARLES MESSIER.

CETTE première comète de 1790 fut découverte à *Stough*, près de *Windsor* en Angleterre, par *Miss Herschel*, le 7 janvier; la nouvelle en parvint à M. Méchain, par une note qui lui fut envoyée par le chevalier Englefield, de la part de M. Herschel. Cette note me fut communiquée le 18 janvier : la voici.

» Le 7 janvier, la comète étoit près de la constellation » du Cygne; le 9 nous l'avons revue à 5 heures 12′ 56″, » temps sidéral; son lieu étoit, en ascension droite, de » 21ʰ 27′ 7″; distance au pole, 71° 14′ 27″, en supposant » que l'étoile à laquelle nous l'avons comparée soit la 5ᵉ » de Pégase, dont je ne doute guères ».

D'après cette annonce, je cherchai la comète le soir : je parcourus avec la lunette d'observation la constellation de

(1) C'est la XXXᵉ comète que j'observe, et la LXXVIIᵉ dont on ait déterminé l'orbite.

Pégase, et au delà, sans pouvoir la découvrir; j'en attribuai la cause à un peu de brouillard, qui ôtoit aux étoiles une partie de leur lumière.

Le 19, le ciel étant plus beau que la veille, je m'occupai encore de la même recherche; (la constellation de Pégase avoisinoit l'horizon); je la trouvai enfin au-dessus de la belle étoile *Markab;* je la comparai à une étoile estimée de 6e grandeur, que je ne pus reconnoître alors à cause du peu de hauteur de la comète au-dessus de l'horizon, ce qui me détermina à laisser la lunette dans sa position, dirigée à la comète, jusqu'au lendemain à la même heure, pour retrouver la comète et l'étoile. Cette comparaison me laissa dans le doute de savoir si ce que j'avois observé étoit la comète ou la belle Nébuleuse qui se trouve dans cette partie du ciel entre la tête de Pégase et celle du Petit-Cheval, qui fut apperçu par M. Maraldi en 1746.

Le 20 au soir, à la même heure que la veille, la lunette étant restée dans la même position que le 19, je reconnus l'étoile à laquelle je comparai de nouveau la comète; pour connoître l'étoile, je l'observai avec ζ de Pégase 3e grandeur. D'après cette comparaison, je reconnus que l'étoile à laquelle j'avois comparé directement la comète le 19 et le 20, étoit l'étoile 36e de Pégase, suivant le catalogue de Flamsteed.

Les jours suivants, le ciel fut couvert les soirs; je n'ai donc pu l'observer que deux jours. Elle fut encore observée le 21 à l'Observatoire, par MM. Cassini et Méchain. Je ne pus en faire l'observation de mon observatoire, à cause d'une masse de cheminée, derrière laquelle la comète s'étoit abaissée dans le crépuscule.

L'on n'appercevoit point cette comète à la vue simple; elle ne pouvoit se voir qu'avec une bonne lunette; elle paroissoit sous la forme d'un petit amas de nébulosité, au centre duquel on remarquoit une lumière plus forte: elle ressembloit à la Nébuleuse de laquelle j'ai parlé, qui est placée entre la tête de Pégase et celle du Petit-Cheval.

Cette comète me parut avoir une fois plus de lumière que la comète que nous observions en même temps dans la constellation de la Baleine, que j'appellerai la seconde comète de 1790, découverte par M. Méchain le 9 janvier.

Voici le détail de mes deux observations, du 9 et du 20 janvier.

Le 19, à 6h 58′ 20″, la comète suivoit l'étoile 56e de Pégase, au fil horaire du micromètre de 6′ 15″. La comète étoit supérieure à l'étoile de 47′ 32″ ; ces différences doivent être ajoutées à la position de l'étoile supposée pour le temps présent de 334° 59′ 25″ en ascension droite, et 8° 3′ 53″ en déclinaison, et l'on a pour la comète 334° 45′ 40″ d'ascension droite, et 8° 51′ 25″ de déclinaison boréale.

Le 20 à 6h 32′ 41″, temps vrai, la comète suivoit la même étoile 56e au fil horaire du micromètre de 51′ 0″. Elle étoit supérieure à l'étoile de 3′ 50″. De ces différences et de la position de l'étoile rapportée ci-dessus, il résulte pour la comète une ascension droite de 335° 30′ 25″, avec une déclinaison boréale de 8° 7′ 43″. A 6h 44′ 9″, la comète fut encore comparée à la même étoile, et les différences observées entre la comète et l'étoile furent trouvées les mêmes.

Une troisième observation fut faite le 21 par MM. Cassini et Méchain ; ce dernier m'ayant communiqué cette observation, je la rapporte à la suite des deux miennes.

Suivant M. Méchain, le 21 janvier à 6h 59′ 31″ de temps vrai, la comète avoit d'ascension droite 336° 15′ 32″, et de déclinaison 7° 27′ 28″ ; position déduite des étoiles ρ, *m*, et *p*, de Pégase.

Suivant M. Cassini, à 7h 14′ 31″, 336° 16′ 54″ d'ascension droite, et 7° 26′ 27″ de déclinaison, déduite de la comparaison de la comète avec l'étoile *c* des Poissons.

Je joins à ce Mémoire une carte céleste de la route apparente de cette comète.

Des quatre jours d'observations que j'ai rapportées, M. le Pr. de S*** en a choisi trois, qui sont celles du 9, 19 et 21

janvier, d'après lesquelles il a déduit deux systèmes d'Élémens : les seconds se trouvent imprimés dans la Connoissance des Temps de 1792, pag. 354.

	I. Élémens.	Différence en		II. Élémens.	Différence en	
		Longit.	Latit.		Longit.	Latit.
	S. D. M. S.	M. S.	M. S.	S. D. M. S.	M. S.	M. S.
Longitude du nœud ascendant. . . .	5. 22. 50. 2½			5. 26. 11. 46		
Inclinaison de l'orbite.	29. 44. 7	0. 0	0. 0	31. 54. 14½	+ 0. 1	— 0. 0½
Lieu du périhélie sur l'orbite.	1. 28. 24. 45½	+ 1. 5	+ 0. 8½	2. 0 14. 32	+ 0. 34½	+ 1. 15
Logarithme de la distance périhélie.	9,873516.	— 1. 24½	+ 0. 20	9,8-9-25	— 0. 15½	— 1. 20
Passage au périhélie 16 janv. t. m...	19^h 7′½			15 jan. 5^h 15′.		
Sens du mouvement retrograde. . .						

Le signe + aux différences, indique que le calcul donne plus que l'observation ; le signe — est le contraire.

Ces deux systèmes d'élémens paroissent suffisans pour reconnoître cette comète quand elle reparoîtra.

TABLE

Des lieux apparents de la première comète de 1790, *découverte le* 7 *janvier, observée à Paris les* 19, 20 *et* 21 *du même mois.*

1790.	Temps vrai des observ.	Ascension droite de la comète observée.	Déclinaison de la comète observée boréale.	Différence en ascension de la comète avec l'étoile.	Différence en déclinais. de la comète avec l'étoile.	Grandeur de l'étoile.	N° de l'ét. suiv. Flams.	Constellation de l'étoile et le nom des observateurs.
	H. M. S.	D. M. S.	D M. S.	M S.	M. S.			
Janv. 9	6. 59. 47	321. 46. 43	18. 45. 33	....	....	.....	.....	De Miss Herschel.
19	6. 58. 20	334. 45. 40	8. 51. 25	+ 6. 15	+ 47. 32	6	36	De Pégase.
20	6. 32. 41	335 30. 25	8. 7. 43	+ 51. 0	+ 3. 50	6	36	
	6. 44. 9	335. 30. 25	8. 7. 43	+ 51. 0	+ 3. 50	6	36	
21	6. 59. 31	336. 15. 32	7. 27. 28	....	....	.....	.....	Observ. de M. Méchain
	7. 14. 31	336. 16. 54	7. 26 27	....	....	.....	.....	De M. Cassini.

OBSERVATION

OBSERVATIONS

DE LA SECONDE COMÈTE DE 1790,

DÉCOUVERTE A PARIS

PAR PIERRE-FRANÇOIS-ANDRÉ MÉCHAIN,

LE 9 JANVIER.

Observée à l'Observatoire de la Marine, depuis le 11 jusqu'au 22 du même mois (1).

PAR CHARLES MESSIER.

CETTE seconde comète de 1790 fut découverte près de l'étoile *o* du lien des Poissons, par M. Méchain, le 9 janvier au soir; le 10 dans la matinée, M. Méchain m'en fit part, et me donna les deux positions suivantes de la comète, qu'il avoit déterminées la veille; à 7 heures 18′ 39″, temps moyen, l'ascension droite de la comète étoit de 24° 52′ 38″,7; sa déclinaison 7° 44′ 47″,7; à 8 heures 17′ 26″, 24° 55′ 49″,9, et 7° 38′ 30″.

Le 10 janvier l'après midi, je plaçai ma grande lunette acromatique, montée sur sa machine parallatique, à peu de chose près, dans le plan du méridien; l'après-midi il y eut

(1) C'est la XXXIe comète que j'observe, et la LXXIIIe dont on ait déterminé l'orbite.

du brouillard ; vers les 5 heures il étoit un peu dissipé, les étoiles parurent, et je cherchai la comète avec une lunette de nuit : comme sa lumière étoit extrêmement foible, ce ne fut pas sans peine que je pus la voir. Elle avoit la même lumière et les mêmes apparences que la comète que nous avions découvert ensemble, et presque à la même heure, le 7 janvier 1785 (*Mém. de l'Acad.* 1785, *pag.* 659). La comète, avec la lunette de nuit, paroissoit être placée sur le parallèle des deux étoiles ν et μ du lien des Poissons. J'avois commencé à la comparer à ces deux étoiles, qui avoient déja passé au fil horaire du micromètre, lorsque le ciel se couvrit, et le passage de la comète ne put être observé.

Le 11, le ciel fut fort beau pendant la journée; le soir, le brouillard s'étoit élevé; vers les 8 heures, il se dissipa en partie, les étoiles parurent. Je cherchai la comète avec la grande lunette; l'ayant trouvée, je ne pus rien remarquer sur ses apparences, à cause du brouillard; je ne pouvois voir qu'une nébulosité confuse, sans aucune indication de noyeau : j'observai le milieu de cette nébulosité à son passage au fil horaire du micromètre avec celui d'une étoile estimée de 6e grandeur, qu'on ne trouve pas dans le catalogue de Flamsteed; pour connoître son lieu, je la comparai à l'étoile α du lien des Poissons, au moyen d'une étoile intermédiaire, qui étoit la 112e des Poissons, suivant le catalogue de Flamsteed : de ces observations, il en a résulté la position de l'étoile, 24° 22′ 40″ en ascension droite, et 2 58′ 4″ de déclinaison boréale. La comète suivoit l'étoile au fil horaire du micromètre, de 2° 15′ 15″ ; la comète étoit supérieure à l'étoile de 20′ 6″. Ces différences étant ajoutées à la position de l'étoile, donne celle de la comète pour le 11 janvier, à 8 heures 37′ 23″, temps vrai, de 26° 37′ 55″ pour son ascensien droite, et 2° 58′ 10″, pour sa déclinaison boréale.

Je ne rapporte ces détails qu'à cette première observation ; l'on trouvera à la suite de ce Mémoire deux tables, dont la

première contiendra les positions de la comète, avec les différences d'ascension droite et de déclinaison; et dans la seconde table, les positions des étoiles avec lesquelles la comète aura été comparée.

Le 12, le ciel fut couvert le soir, et il tomboit une pluie fine, en forme de brouillard.

Le 13, le ciel fut parfaitement beau le soir; aussitôt que les étoiles parurent, je cherchai la comète avec la grande lunette, je la trouvai sans peine: je pouvois la voir avec une lunette de nuit, mais très-foible. A la grande lunette, elle ressembloit à un amas de lumière, dont le centre ou noyau n'étoit presque pas apparent; elle paroissoit entre les deux étoiles 60 et 61 de la Baleine, suivant Flamsteed; je la comparai directement à ces deux étoiles et à l'étoile δ, 3[e] grandeur de la même constellation. La position de la comète, déduite de ces étoiles, est rapportée dans la première table, et celles des étoiles dans la seconde.

Le 16, il y eut peu de soleil l'après-midi; un ouragan vers les trois heures, avec un peu de pluie; vers les cinq heures et demie du soir, le ciel commença à se découvrir, et devint fort beau ensuite. Je trouvai la comète près de l'étoile 67[me], 6[me] grandeur de la Baleine, suivant Flamsteed. Je reconnus que la comète avoit perdu de sa lumière depuis le 13: ce n'étoit pas sans peine qu'on pouvoit la voir avec la lunette de nuit; elle paroissoit aussi très-foible à la grande lunette, la moindre lumière employée pour éclairer les fils du micromètre, nuisoit. Je la comparai plusieurs fois à l'étoile 67[me] de la Baleine, et à deux étoiles qui n'étoient pas connues. Je déterminai leurs positions, en les comparant à l'étoile η de l'Éridan, 3[e] grandeur. Leurs positions, ainsi que celles de la comète, sont rapportée dans les deux tables.

Le 18, le ciel fut fort beau le soir; la comète paroissoit avec la même lumière que le 16, et son mouvement en déclinaison étoit ralenti. Je la comparai plusieurs fois à une étoile nouvelle, n° 4 de la seconde table, pour connoître sa

position; je la liai à l'étoile ζ 3ᵉ grandeur de la Baleine. On trouvera sa détermination dans la seconde table, et celle de la comète dans la première.

Le 19, le ciel parfaitement beau le soir, je comparai la comète aux étoiles ε, 3ᵉ grandeur et ρ de la 4ᵉ, l'une et l'autre de la constellation de la Baleine. La position de la comète qui a résultée de ces observations, est rapportée dans la première table, et celles des étoiles dans la seconde. Le même soir, j'observai, pour la première fois, la première comète de cette année 1790, que Miss Herschel avoit découverte en Angleterre le 7 de janvier.

Le 20, le ciel fut fort beau le soir; j'observai les deux comètes : celle qui fait l'objet de ce Mémoire fut comparée à une étoile estimée de 8ᵉ grandeur, que je connus en la comparant directement à l'étoile ρ de la Baleine. Sa position est rapportée dans la seconde table, sous le n° 6, et celle de la comète dans la première.

Le 22 janvier, le ciel fut d'abord assez beau l'après-midi; ensuite il y eut un peu de brouillard, qui à la fin du jour avoit considérablement augmenté, sur-tout au couchant, où se trouvoit la première comète, qui ne put être observée; au midi, où étoit la seconde comète, le brouillard étoit moins épais, les étoiles paroissoient, et la comète, d'après les observations précédentes, devoit se trouver ce soir près de l'étoile σ, 4ᵉ grandeur de la Baleine. Ayant trouvé cette étoile, je trouvai aussi la comète, et ce ne fut pas sans peine; le brouillard l'avoit affoiblie considérablement : j'avois de la peine à la reconnoître. Je déterminai son lieu en la comparant à une étoile estimée de 7ᵉ grandeur, que je connus en la liant à l'étoile σ de la Baleine : j'ai rapporté sa position dans la seconde table, sous le n° 7, et celle de la comète, déduite de cette étoile, dans la première.

Cette observation, du 22 janvier, est la dernière; les jours suivants, le ciel fut couvert, et il ne fut pas possible de revoir la comète.

Je joins à ces observations une carte céleste, sur laquelle j'ai tracé la route apparente que la comète a tenue parmi les étoiles fixes, depuis le jour de sa découverte par M. Méchain, jusqu'à sa disparition, sur laquelle on verra que la comète a traversé l'équateur entre les observations du 11 et du 13 janvier

M. Méchain, sur l'ensemble de ses observations, a calculé les élémens de son orbite, qu'on trouvera imprimés dans la Connoissance des Temps de 1792, page 355. Les voici :

Longitude du nœud ascendent.	8^s	27^d	$8'$	$37''$.
Inclinaison de l'orbite		56	58	13.
Lieu du périhélie sur l'orbite	3	21	44	37.

Logarithme de la distance périhélie . . 0,0266503.

Passage au périhélie, 28 janvier, $7^h\ 45'\frac{1}{2}$, t. m. à Paris.

Sens du mouvement . . . . direct.

TABLE PREMIÈRE.

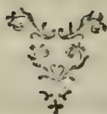
Des positions apparentes de la seconde comète de 1790, découverte par M. Méchain le 9 janvier, observée par M. Messier depuis le 11 jusqu'au 22.

1790.	TEMPS VRAI.	Ascension droite de la comète observée.	Déclinaison de la comète observée la 1ère bor.	Différence d'ascens. dr. de la comète avec les étoil.	Différence en déclin. de la com. avec les étoiles.	Grandeur des étoiles.	Lett. et n.° des étoiles.	Étoiles avec lesquelles la comète a été comparée
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Janv. 11	8.37.23	26.37.55	2.58.10	+ 2.15.15	+ 20. 6	6	1	déterminée.
13	5.41.37	28.10.24	1.12. 7	+ 0. 3.30	+ 18.53	6	60	
	5.41.37	28.10.24	1.12. 7	— 0. 6. 7	— 8.51	7	61	
	6.26.46	28.12.31	1.15.55	— 0. 4. 0	— 5. 3	7	61	de la Baleine.
	6.30.24	28.12. 9	1.16.43	+ 0. 5.15	+ 23.29	6	60	
	6.30.24	28.12. 6	1.16.40	— 8.59. 7	+ 41.36	3	δ	
	7.21.53	28.13.16	1.20.58	— 0. 3.15	0. 0	7	61	
16	6.27.14	30.27.34	7.18.39	+ 0.58. 7	— 23.19	7.8	2	nouvelle.
	6.34. 7	30.28.12	7.18.57	— 1. 8.30	— 6.12	6	67	de la Baleine.
	6.34. 7	30.28.12	7.18.57	— 1. 8.30	— 15.14	7	3	nouvelle.
	6.45.21	30.29.27	0.19.37	+ 1. 0. 0	— 22.21	7.8	2	nouv. ci-des.
	6.45.21	30.29.27	7.19.36	— 1. 7.15	— 4.33	6	67	
	6.51.42	30.30.27	7.20.20	— 1. 6.15	— 3.49	6	67	la même.
	7.48.16	30.32.35	7.24. 9	— 1. 4. 7	0. 0	6	67	de la Baleine.
	7.54. 0	30.32.27	7.24.29	— 1. 4.15	+ 0.20	6	67	
18	5.59.54	31.58.27	10.53. 3	+ 1.42.15	— 9.26	6	4	
	6. 7.50	31.58.42	10.53.19	+ 1.42.30	— 9.10	6	4	nouvelles.
	7.50.51	32. 2.12	11. 0.40	+ 1.46. 0	— 1.44	6	3	
19	5.53.41	32.41. 6	12.33.50	— 4.40.15	— 12.19	3	[illegible]	
	5.53.41	32.40.50	12.33.45	— 1.16.22	— 41.11	4	ρ	
	6.18.47	32.41.36	12.35.54	— 4.39.45	— 10.15	3	[illegible]	de la Baleine.
	6.18.47	32.41.51	12.35.59	— 1.15.30	— 38.57	4	ρ	
	7.33. 5	32.44. 6	12.40.38	— 1.13.15	— 34.18	4	ρ	
	7.40.13	32.45. 6	12.40.32	— 1.12.15	— 34.24	4	ρ	
20	5.51.55	33.24.25	14.12.15	— 1.26.15	+ 20.20	8	6	
	6. 5.32	33.25.18	14.12.25	— 1.25.22	+ 20.30	8	6	
	7.57.36	33.28.18	14.19.58	— 1.22.22	+ 28. 3	8	6	nouvelles.
	8.12. 8	33.28.25	14.20.38	— 1.22.15	+ 28.43	8	6	
22	6. 4.26	34.47.37	17.12.29	— 1.32. 0	+ 41.58	8	7	

TABLE II.

Qui contient les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles avec lesquelles la seconde comète de 1790 a été comparée ; leurs positions réduites au temps des observations.

ASCENSION droite.	DÉCLINAISON.	GRANDEUR des étoiles.	N.° des étoiles.	NOMS DES ÉTOILES qui ont servi À LA DÉTERMINATION DU LIEU DE LA COMÈTE.
D. M. S.	D. M. S.			
24.22.40	2.38. 4.B	6	1	Nouv. comp. à α du lien des Poissons, comète comp. le 11 janv.
25.16.39	11.22.46.A	3	ζ	de la Baleine déduite de Flamsteed.
27.48. 2	1.44.40.B	3	α	du lien des Poissons, déduite de la conn. des temps.
28. 6.54	0.53.14.A	6	60	Baleine déd. de Flamsteed et de δ ; comète comp. le 13 janvier.
28.16.31	1.20.58.	7	61	Baleine déduite de δ ; comète comparée le 13 janvier.
29.29.27	7.41.58	7.8	2	Nouv. déterminée par η de l'Éridan ; comète comp. le 16 janvier.
30.16.12	11. 2.29	6	3	Nouv. déterminée par ζ de la Baleine ; comète comp. le 18 janv.
31.36.42	7.24. 9	6	67	Baleine comparée à η de l'Éridan ; comète comp. le 16 janvier.
31.36.42	7.34 11	7	4	Nouv. connue par η de l'Éridan ; comète comparée le 16 janvier.
32.57.39	11.44.34	5	5	Nouv. connue par ζ de la Baleine.
33.57.21	13.14.56	4	ρ	Baleine comparée à ε ; comète comparée le 19 janvier.
34. 0.40	13.51.55	8	6	Nouv. connue par ρ de la Baleine ; comète comp. le 20 janvier.
35.31.52	16. 9.59	4	σ	Baleine déduite du catalogue de Flamsteed.
36.19.37	16.30.31	8	7	Nouv. connue par σ de la Baleine ; comète comp. le 22 janvier.
37.11.13	0.35. 4	3	δ	Baleine déduite de la conn. des temps ; comète comp. le 13 janv.
37.21.21	12.46. 9	3	ε	Baleine déduite de la conn. des temps ; comète comp. le 19 janv.
41.32.39	9.44.14	3	η	de l'Éridan déduite de Flamsteed et de Bradley.



OBSERVATIONS
DE LA TROISIÈME COMÈTE DE 1790,
DÉCOUVERTE EN ANGLETERRE
PAR MISS HERSCHEL,
LE 17 AVRIL AU MATIN.

Observée à Paris de l'Observatoire de la Marine, depuis le 1er mai jusqu'au 29 Juin (1).

PAR CHARLES MESSIER.

CETTE troisième comète, qui a été observée en 1790, fut découverte à Slough, près de Windsor, en Angleterre, le 17 avril, par Miss Caroline Herschel. M. Maskeline, astronome anglois, en instruisit M. Méchain, et ce dernier me fit part de la note qu'il avoit reçue le 30 du même mois. La voici :

» Miss Herschel à découvert et observé, le 17 avril à 14 » heures 40 minutes, temps apparent, une petite comète » télescopique, ayant d'ascension droite o degré 10 minutes, » et de déclinaison boréale 30 degrés à-peu-près. Elle faisoit » un angle obtus avec les étoiles δ et α d'Andromède : elle » pensoit qu'à l'approche du jour l'angle à la comète étoit » devenu beaucoup plus aigu ».

(1) C'est la XXXIIe comète que j'observe de l'observatoire de la Marine, à l'hôtel de Cluny, et la LXXIXe dont on ait déterminé l'orbite, en suivant la table des comètes qui est rapportée dans l'Astronomie de M. de la Lande, tome III, page 257 de la 3e édition 1792.

Le

Le ciel fut couvert à Paris la nuit du 30 avril au 1 mai.

La nuit du 1 au 2 mai, le ciel fut couvert jusques vers une heure du matin; alors il se découvrit en grande partie, j'en profitai pour chercher cette comète avec une grande lunette acromatique, que je n'avois fait grossir que d'environ 36 fois, grossissement avantageux et suffisant pour ces sortes d'observations; je la dirigeai vers l'étoile α de la tête d'Andromède; je parcourus les environs de cette étoile, et ces recherches ne furent pas longues : je trouvai la comète sur le parallèle de la belle Nébuleuse de la ceinture d'Andromède et de l'étoile ν 4e grandeur de cette constellation. La comète, la Nébuleuse et l'étoile ν, se suivoient au fil horaire du micromètre, sans être obligé de toucher à l'instrument. La comète, vue à la lunette, paroissoit aussi belle et aussi lumineuse que la Nébuleuse; le noyau étoit brillant, environné d'une assez grande nébulosité, avec un prolongement de queue; je pouvois voir aisément la comète avec une petite lunette de nuit; et si le ciel avoit été très-beau, j'aurois pu la voir à la simple vue.

Pour déterminer la position de la comète, j'ai employé une grande lunette acromatique de 3 pieds ½ de foyer, à grande ouverture, garnie de son micromètre à fils, et montée sur une machine parallatique; le temps qu'il fallût employer pour la mettre à-peu-près dans le plan du méridien, et à diriger les fils du micromètre suivant le parallèle à l'équateur. Cette opération, qui demanda du temps, me conduisit fort avant dans la nuit, de manière que je ne pus faire qu'une comparaison de la comète avec la Nébuleuse et l'étoile ν d'Andromède. A $14^h\ 27'\ 45''$ de temps vrai, la comète étoit plus orientale que la Nébuleuse de $4^o\ 58'$, et de $6^o\ 23'\ 9''$ que l'étoile ν. La comète étoit plus au sud que la Nébuleuse, de $34''$, et plus au nord que l'étoile ν de $10'\ 34''$; de ces différences et de la position de l'étoile que j'ai établie pour le temps présent, d'après le catalogue de Flamsteed, de $9^o\ 31'\ 17''$ en ascension droite, et 39 degrés $55'\ 55''$ en déclinaison boréale, il a résulté la position de la comète et celle de la Nébu-

leuse; celle de la comète 3 degrés 8′ 8″ pour son ascension droite, 40° 6′ 29″ pour sa déclinaison; pour la position de la Nébuleuse, 7° 46′ 8″, pour son ascension droite, et 40° 7′ 3″ pour la déclinaison (1).

Je ne rapporte ces détails qu'à cette première observation. On trouvera à la suite de ce Mémoire, deux tables, la première contient les positions de la comète en ascension droite et en déclinaison observée pour chaque jour, avec les différences des passages entre elle et les étoiles; la seconde table renferme les positions des étoiles qui ont été employées à la détermination des lieux de la comète.

La nuit du 4 au 5 de mai, le ciel fut très-beau; la comète paroissoit à la lunette avec beaucoup de lumière; son noyau étoit clair, sans être terminé, environné d'une assez grande nébulosité, avec une queue qui passoit sur une étoile télescopique de 9e grandeur, et la dépassoit d'environ un quart de la distance de la comète à l'étoile; la position de cette étoile fut déterminée par la 17e d'Andromède, suivant le catalogue d'Hévélius: je l'ai rapportée dans la seconde table, où elle est la première. La comète fut comparée directement à cette étoile 17 d'Hévélius: les positions qui en ont résultées sont rapportées dans la première table, et celle de l'étoile, déduite de sa comparaison avec $\varkappa$, 4e grandeur de la main d'Andromède, dans la seconde table. A 3 heures 49′ je cessai de voir la comète, dans un fort crépuscule, avec la grande lunette d'observation.

---

(1) En réduisant la position de la belle Nébuleuse de la ceinture d'Andromede, je me suis apperçu que celle que j'avois rapportée dans mon catalogue des Nebuleuses, imprimé dans nos Mémoires année 1772, et réimprimée dans plusieurs Connoissances des Temps, étoit fautive, ainsi que la position de la petite Nébuleuse qui avoisine la grande; pour la grande, il faut lire pour le 3 août 1764: 7° 25′ 56″, au lieu de 7° 26 32″, et pour la déclinaison, 39° 58′ 11″, au lieu de 39° 9′ 32″. Pour la petite, il faut lire: 7° 24′ 56″, au lieu de 7° 27′ 32″; et pour sa déclinaison, 39° 33′ 44″, au lieu de 38° 45′ 34″. MM Cassini et Méchain, qui avoient observé la comète la même nuit, s'étoient apperçus de la même erreur.

Les nuits du 5 au 6, du 6 au 7, et du 7 au 8, le ciel fut couvert ; celle du 8 au 9 le fut en partie. Vers minuit, il commença à s'éclaircir ; je vis la comète, et j'avois commencé à observer son passage au fil horaire du micromètre. Après son passage, le ciel se couvrit de manière à ne plus rien voir. Je laissai l'instrument dans sa position, et j'attendis la nuit suivante le passage de quelques étoiles ; j'en observai plusieurs, entre lesquelles je reconnus l'étoile π, 6e grandeur de Cassiopée : cette étoile, réduite au temps de l'observation, d'après le catalogue de Flamsteed, donna la position de la comète, qu'on ne peut regarder que comme fort douteuse par cette opération : je l'ai rapportée dans la première table.

La nuit du 9 au 10, j'observai la comète, que je comparai à plusieurs étoiles ; à l'étoile *o* de Cassiopée, et à une étoile de 7e à 8e grandeur, que je reconnus en la comparant à l'étoile *o*; de ces observations, j'en ai conclu trois positions de la comète, qu'on trouvera dans la première table, et celle des étoiles dans la seconde.

Le 10 mai, peu de soleil l'après-midi ; il tomba un peu de pluie vers les deux heures. La nuit, le ciel devint très-beau ; la lunette d'observation fut placée du côté du nord, comme les jours précédens, et à peu de chose près dans le plan du méridien ; j'attendis le passage de la comète au fil horaire du micromètre ; elle y passa à 9 heures 15′ 41″ de temps vrai, elle y fut suivie d'une étoile nouvelle de 6e grandeur, que je déterminai en la comparant à l'étoile *o* de Cassiopée. La comète fut comparée encore plusieurs fois à cette nouvelle étoile, que je rapporte dans la seconde table sous le n° 4. Les positions de la comète sont rapportées dans la première. Ce jour-là la comète fut observée aussi au méridien, dans l'observatoire de M. de la Lande, de même que les 14, 15, et 18 du même mois, avec un excellent mural de 7 pieds et demi.

La nuit du 11 au 12, la comète paroissoit avoir la même lumière que les jours précédens ; sa queue étoit large, passoit près d'une étoile télescopique, estimée de 10e grandeur, et

la dépassoit; je déterminai la position de cette petite étoile; en la comparant à l'étoile ζ de Cassiopée : c'est l'étoile n° 5 de la seconde table. La comète fut comparée plusieurs fois à ζ et à ν de Cassiopée : j'en ai rapporté huit positions dans la première table.

Le 12 au soir, le ciel fut couvert en partie; dans les intervalles, la comète paroissoit; je la comparai à la même étoile que ci-dessus ν de Cassiopée, au moyen d'une étoile intermédiaire de 7ᵉ à la 8ᵉ grandeur, à laquelle la comète fût directement comparée : elle est rapportée dans la seconde table, sous le n° 10.

La nuit du 13 au 14, le ciel fut parfaitement beau; la comète paroissoit belle à la lunette : je l'observai au méridien sous le pole, comme le 10 mai. Elle passa au fil horaire du micromètre à 9 heures 12′ 44″ du soir, temps vrai; elle fut suivie d'une étoile nouvelle, estimée de 8ᵉ grandeur, que je déterminai ensuite, en la comparant à ζ de Cassiopée : c'est l'étoile n° 12 de la seconde table. Hors du méridien, la comète fut comparée trois fois à l'étoile ζ, et à des heures différentes : les positions en sont rapportées dans la première table. La même nuit je comparai, comme le jour de la première observation, la belle Nébuleuse de la ceinture d'Andromède, à l'étoile ν de cette constellation.

Le 14, le ciel fut fort beau le soir; j'observai, comme ci-dessus, la comète à son passage au méridien sous le pole; elle passa au fil horaire à 9 heures 12′ 27″, et fut suivie de plusieurs étoiles télescopiques, que je déterminai ensuite, en les comparant aux étoiles λ, ζ et θ de Cassiopée : une de ces nouvelles étoiles est rapportée dans la seconde table, sous le n° 21. Hors du méridien, la comète fut comparée trois fois, et à des heures différentes, aux étoiles λ et ζ de Cassiopée; on trouvera leurs positions dans la seconde table, et celles de la comète dans la première. La queue de la comète s'étendoit jusqu'à une étoile télescopique, qui fut déterminée en la comparant à λ : c'est l'étoile n° 9.

Le 15, le ciel fut le même que le 14. J'observai, comme les jours précédens, le passage de la comète au méridien sous le pole; elle y passa à 9 heures 13′ 41″, avec les étoiles μ et θ de Cassiopée. Hors du méridien, je la comparai à de nouvelles étoiles, que je connus en les comparant à l'étoile α de Cassiopée (1); la dernière comparaison de la comète fut faite directement avec cette étoile α : j'ai rapporté dans la première table huit déterminations de la comète, à des heures différentes.

Le 17 mai, vers la fin du jour, le ciel devint très-beau, après un orage mêlé d'éclairs, de tonnerre et de pluie : la comète paroissoit, et on pouvoit la voir à la simple vue. Elle paroissoit avoir plus de lumière que les jours précédens; je la comparai aux étoiles v^1 et v^2 de Cassiopée, ainsi qu'à η, au moyen d'une étoile intermédiaire, comparée aussi à une étoile nouvelle qui fut déterminée par η : ces deux étoiles sont dans la seconde table, n°s 15 et 20. Sept déterminations de la comète sont rapportées dans la première. La queue de de la comète avoit environ deux degrés, passoit entre deux étoiles télescopiques, que j'ai rapportées dans la seconde table sous les n°s 16 et 18.

Le 18, beau temps le soir, mais le ciel n'étoit pas aussi pur que la veille : il y avoit beaucoup de brume. Comme la comète s'élève vers le pole, et qu'elle augmente en lumière, je commençai à la voir avant son passage au méridien sous le pole; elle paroissoit ce soir sur le parallèle des deux belles étoiles γ et δ de Cassiopée, l'une et l'autre de la troisième grandeur; je la comparai directement à ces deux étoiles et à différentes heures : on en trouvera cinq déterminations dans la première table. J'observai aussi quelques étoiles nouvelles, que je déterminai par γ, et qui pouvoient être employées les jours suivans à la détermination du lieu de la comète.

(1) M. de la Lande, parmi les observations de 8000 étoiles boréales qui ont été faites à son mural, trouve 42″ à ôter de l'ascension droite, et 24″ à ajouter à la déclinaison qui est dans Flamsteed, mais les erreurs vont souvent à 2 minutes, et au-delà.

La nuit du 20 au 21, à 10 heures du soir, le ciel étoit couvert; à 1 heure et demie du matin, il étoit devenu clair et pur. La comète alors étoit très-élevée; je pouvois la voir à la simple vue, cependant avec un peu de difficulté; à la lunette le noyau étoit brillant, sans être déterminé, environné d'une nébulosité sensible: sa queue s'étendoit à 4 degrés environ, et alloit se terminer à côté de l'étoile 32e de Cassiopé, suivant le catalogue de Flamsteed. Je comparai la comète directement à l'étoile ε, et à une étoile nouvelle estimée de 6e grandeur, que je connus en la comparant à ε. La position de cette étoile est rapportée dans la seconde table, sous le n° 23, et celle de la comète, dans la première.

Le 22, très-peu de soleil pendant la journée: il tomba de la pluie le matin et l'après-midi. Vers les 6 heures du soir le ciel commença à s'éclaircir, devint ensuite assez beau. J'observai la comète depuis 10 heures ½ jusques vers minuit un quart; sa lumière me parut encore augmentée: je ne pus juger de la longueur de sa queue, à cause du ciel qui n'étoit pas pur. Je comparai la comète à des heures différentes, aux étoiles 55e et *c* de Cassiopée, et à trois étoiles nouvelles, que je connus en les comparant à l'étoile *c*. On trouvera leurs positions dans la seconde table, sous les n°s 22, 25 et 26, et les positions de la comète qui en ont résulté, dans la première.

Le 23, le ciel très-beau le soir; mais la lune, qui étoit sur l'horizon, répandoit une grande lumière; elle empêcha de juger des apparences de la comète et de la longueur de sa queue: le noyau, vu à la lunette, étoit brillant, environné de nébulosité. Je commençai a voir la comète dans un grand crépuscule; je la comparai directement à l'étoile *d*, 6e grandeur de Cassiopée: ces observations furent faites vers le temps du passage de la comète au méridien sous le pole.

Le 24, vers les 7 heures du soir, le ciel commença à se découvrir; vers les 10 heures, il y eut quelques éclaircis, mais de peu de durée; de temps à autre je pouvois voir la comète, mais sans avoir assez de temps pour en pouvoir

déterminer son lieu. Ce ne fut que vers minuit que le ciel se découvrit. J'observai la comète alors, et je la comparai à l'étoile *e* de Cassiopée, et à deux autres étoiles, dont les lieux furent connus en les comparant à cette même étoile *e*. Leurs positions sont rapportées dans la seconde table, sous les nos 28 et 29 : celles de la comète qui en ont résulté sont dans la première table.

Le 26 mai, beau temps le soir; mais la lune qui étoit sur l'horizon, répandit une grande lumière. Je commençai à voir la comète dans un grand crépuscule; le noyau étoit clair, la queue étoit effacée par la lumière de la lune. Ce soir la comète paroissoit dans une nouvelle contellation, que M. de la Lande avoit formée sur son Globe céleste, publié en 1775, chez Latré, et qu'il décrit dans l'usage de ce Globe, ainsi que dans son Astronomie, tom. IV, pag. 595. Il a placé cette nouvelle constellation entre Cassiopée, Persée, la Giraffe, le pole et la Renne ; il la nomme le *Messier*, nom analogue au Messier, qui garde les moissons de la terre (1). La comète, dans cette nouvelle constellation, fut comparée à plusieurs étoiles de celles qui la composent. J'ai rapporté leurs positions dans la seconde table, sous les nos 31, 32, 33, et 34; celles de la comète qui en ont résulté, sont dans la première.

Le 27, le ciel fut couvert l'après-midi ; à la fin du jour il tomba un peu de pluie, elle continua jusqu'à une heure du matin ; vers les 3 heures, les nuages se dissipèrent en grande partie. Je comparai la comète à plusieurs étoiles que j'avois déterminées. Elles sont rapportées dans la seconde table, sous les nos 35, 36 et 37; celles de la comète qui en ont résulté sont dans la première. La grande lumière de la lune, qui étoit dans son plein, empêcha de juger des apparences de la comète.

---

(1) On trouvera un grand nombre d'étoiles de cette nouvelle constellation parmi les 8000 étoiles que j'ai annoncées de M. de la Lande. J'en ai déterminé aussi un grand nombre, que j'ai rapportées sur la carte de la route apparente qu'a tenue cette comète parmi les étoiles fixes.

Le 28, le ciel fut très-beau le soir jusqu'à onze heures, que des nuages se formèrent, et peu de temps après le ciel fut totalement couvert. Je comparai la comète à une étoile estimée de 6e grandeur, que j'avois déterminée : on trouvera sa position dans la seconde table, sous le n° 41.

Le 29, beau temps le soir jusqu'à onze heures passées; la grande lumière de la lune affoiblissoit cette comète, sa queue étoit effacée. Je comparai la comète à un grand nombre d'étoiles que j'avois déterminées : leurs positions sont rapportées dans la seconde table, sous les nos 40, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53 et 54. Ces étoiles ont donné douze positions de la comète, que j'ai rapportées dans la première table.

Le 31, le ciel fut couvert l'après-midi, avec une pluie; vers une heure du matin, le premier juin, le ciel devint assez beau : mais la lune étoit levée, et répandoit une très grande lumière. Comme je n'avois pas vu la comète depuis le 29 mai, il fallut la chercher avec la grande lunette d'observation; je la trouvai près de trois étoiles de 7e et 8e grandeur. J'avois commencée à la comparer à ces étoiles, lorsque des nuages vinrent la couvrir; je n'eus que le temps d'estimer son lieu à l'égard d'une de ces étoiles : c'est le n° 55 de la seconde table. Ainsi la position de la comète qui a résulté de cette estime, et que j'ai rapportée dans la première table, doit être regardée comme douteuse.

Le 2 juin, beau temps après-midi, et sur-tout le soir : la comète paroissoit sur la tête de la grande Ourse. Quoique le ciel fut beau et sans lune, l'on avoit de la peine à la voir à la simple vue; mais à la lunette elle étoit très-belle. Je mesurai le diamètre du noyau, et j'estimai qu'il égaloit l'épaisseur d'un des fils du micromètre, qui donnoit 6″; celui de la nébulosité, 5′ 33″. La queue s'étendoit à une étoile nouvelle de 8e grandeur, que je déterminai : c'est l'étoile n° 59 de la seconde table. Je comparai la comète à une étoile de 7e grandeur; celle-ci tenoit le milieu entre deux autres de 8e grandeur. La comète fut comparée plusieurs fois à cette

cette étoile, et à d'autres étoiles qui n'étoient pas connues. Pour connoître leurs positions, elles furent comparées aux étoiles π^1. π^2. et A de la grande Ourse, au moyen d'étoiles intermédiaires. Ces étoiles sont rapportées dans la seconde table, sous les n°s 56, 57 et 58 : les positions de la comète, au nombre de 6, sont dans la première table.

Le 3 juin au soir, le ciel fut couvert, ce qui continua jusques vers minuit, qu'il commença à se découvrir, sur-tout du côté du nord, où il se forma une aurore boréale : deux gerbes assez larges, de couleur rougeâtre et en mouvement, s'élevoient jusqu'à l'étoile polaire. J'observai la comète, qui étoit très-belle, vue à la lunette ; mais à la vue simple, on ne pouvoit l'appercevoir que difficilement. Je la comparai à l'étoile π^2. 5e grandeur de la grande Ourse, et à une étoile nouvelle estimée de 8e grandeur, qui fut déterminée en la comparant à π^2. Sa position est rapportée dans la seconde table, sous le n° 60 : à la suite de ces observations le ciel se couvrit.

Le 4 au soir, le ciel fut beau ; mais je ne pus voir la comète que vers les onze heures, à cause de la position de l'instrument, qui étoit placé à la croisée du nord de mon observatoire. Elle paroissoit à la lunette comme les jours précédens : sa queue étoit d'une lumière très-dense, elle s'étendoit jusqu'à l'étoile *c* de la grande Ourse. Je comparai le noyau à plusieurs étoiles, à *o* et à *c* de la grande Ourse, et à deux étoiles nouvelles qui furent connues en les comparant aux étoiles ci-dessus. Leurs positions sont rapportées dans la seconde table, sous les n°s 61 et 63 : celles de la comète, dans la première.

La nuit du 5 au 6, la comète fut comparée à la 44e étoile du Lynx, 6e grandeur, et à deux étoiles nouvelles de la 6e et de la 9e grandeur, qui me furent connues, la première en comparant à la 44e du Lynx, et la seconde à la 17e de la grande Ourse, suivant le catalogue de Flamsteed. Leurs

positions sont rapportées dans la seconde table, sous les nº 64 et 66, et celle de la comète dans la première.

Le 6, dans l'après-midi, je changeai la position de la lunette d'observation, qui avoit été jusqu'à lors placée à la fenêtre du nord de mon observatoire, et de laquelle je ne pouvois plus observer la comète que fort avant dans la nuit. Je la plaçai à une fenêtre du couchant, de laquelle je pouvois voir et observer la comète à l'entrée de la nuit : c'est dans cette position qu'elle est restée jusqu'à la disparition entière de la comète. Je comparai la comète aux étoiles φ, *c* et 21ᵉ de la grande Ourse, suivant le catalogue de Flamsteed, et à une étoile nouvelle estimée de 6ᵉ grandeur, nº 68, qui m'a été connue en la comparant à φ.

Le 7, le ciel fut assez beau le soir; dans un grand crépuscule, je cherchai l'étoile θ de la 3ᵉ à 4ᵉ grandeur de la grande Ourse, sur le parallèle de laquelle je devois trouver la comète : elle y étoit effectivement. Je la comparai directement à cette étoile, et à la 26ᵉ de la grande Ourse, suivant le catalogue de Flamsteed. J'ai rapporté la position de la comète et des étoiles dans les deux tables qui suivent.

Le 8, à 10 heures du soir, le ciel étoit couvert; vers minuit, il devint serein; la comète paroissoit à la lunette, avec beaucoup de lumière, le noyau brillant, environné d'une nébulosité très-claire, avec une apparence de queue très-courte. Je comparai la comète directement à l'étoile ι de la grande Ourse, et à deux étoiles nouvelles qui furent déterminées par la comparaison qui en fut faite avec l'étoile ι : ce sont les étoiles nºˢ 67 et 69 de la table.

Le 9 juin, le ciel ne s'étoit éclairci en partie que vers les onze heures du soir. Je comparai la comète à deux étoiles nouvelles, qui étoient contenues dans le champ de la lunette, en même temps que la comète. Après plusieurs comparaisons de ces étoiles avec la comète, je voulus la comparer à l'étoile λ de la patte de la grande Ourse, en y employant des étoiles intermédiaires : j'avois commencé ces observa-

tions, lorsque des nuages s'élevèrent et couvrirent le ciel. Les jours suivans je déterminai la position des deux nouvelles étoiles en les comparant à l'étoile 14e du petit Lion, suivant Flamsteed. On trouvera leurs positions dans la seconde table, sous les nos 70 et 71.

Le 11, le ciel fut couvert en partie le soir; il se découvrit ensuite; la comète étoit toujours belle à la lunette, le noyau brillant, environné d'une nébulosité claire, ainsi que la queue, qui avoit peu d'étendue : elle passoit à côté d'une petite étoile télescopique. Je déterminai sa position en la comparant à la 43e du Lynx, suivant le catalogue de Flamsteed : c'est l'étoile nº 74 de la seconde table. La comète fut comparée à la 16e et 32e du petit Lion, à la 43e du Lynx, et à deux étoiles nouvelles, estimées de 7e grandeur, que je connus en les comparant à la 16e du petit Lion. Leurs positions sont rapportées dans la seconde table, sous les nos 72 et 73; celles de la comète dans la première.

Le 12, beau temps le soir jusqu'à 11 heures $\frac{1}{2}$, que des nuages s'élevèrent du couchant et couvrirent le ciel. La comète fut comparée le soir à l'étoile 31e du petit Lion, et à deux nouvelles étoiles qui furent déterminées par la 31e. Leurs positions sont rapportées dans la seconde table, sous les nos 75 et 76.

Le 13, très beau temps le soir, le ciel pur; je commençai à voir la comète dans un grand crépuscule; son noyau étoit brillant, et paroissoit cependant avoir diminué depuis le 2 juin que j'en avois mesuré le diamètre. La nébulosité qui l'environnoit étoit claire; elle n'avoit presque pas d'apparence de queue; je mesurai le diamètre de la nébulosité, que je trouvai de 5′ 52″. La comète fut comparée aux étoiles 27, 28 et 30 du petit Lion, suivant le catalogue de Flamsteed. Les positions de ces étoiles sont rapportées dans la seconde table, et celles de la comète dans la première.

Le 14, le soir, le ciel étoit comme le 13, parfaitement beau et pur; la comète étoit la même. On avoit beaucoup de peine

à la voir à la simple vue, quoique l'œil fut dirigé par la position de la lunette qui la contenoit dans son champ : je la comparai aux étoiles 22 et 37 de la constellation du petit Lion. On trouvera leurs positions sous ces mêmes numéros, dans la seconde table, et celles de la comète, déduite de ces étoiles, dans la première.

Le 15, le ciel étoit le même le soir que les deux jours précédens, et la comète aussi la même. Je la comparai un grand nombre de fois, aux étoiles 23 et 24 du petit Lion, et à une étoile nouvelle déterminée par les précédentes. Cette étoile est rapportée dans la seconde table, sous le nº 77, et la position de la comète, déduite de ces étoiles, au nombre de neuf déterminations, dans la première table.

Le 16 juin, même ciel que les jours précédens, la comète toujours très-belle ; vue à la lunette, elle me parut cependant perdre de sa lumière ; sa queue étoit comme effacée. Elle fut comparée directement à la 40ᵉ étoile du petit Lion, suivant Flamsteed, et cette étoile directement à μ du Lion. De cette comparaison avec μ, j'ai déduit sa position, qu'on trouvera dans la seconde table.

Les 17, 18 et 19, le ciel fut couvert les soirs ; le 20 il fut très-beau. Je vis la comète, et je reconnus qu'elle avoit perdu de sa lumière depuis le 16 au soir : elle paroissoit sans aucune apparence de queue, le noyau seulement environné d'une légère nébulosité. Je comparai la comète aux étoiles *m* et à la 40ᵉ du Lion, ensuite ces deux étoiles à γ 3ᵉ grandeur. Leurs positions sont rapportées dans la seconde table, et celles de la comète dans la première.

Le 21, le ciel étoit comme la veille, parfaitement beau. Dans un grand crépuscule, je commençai à voir la comète, que je comparai directement à η 3ᵉ grandeur du Lion, et à deux étoiles nouvelles, dont l'une fut comparée à la 50ᵉ du Lion, suivant le catalogue de Flamsteed, et la seconde à η. De ces observations j'ai déduit leurs positions, qu'on trouvera dans la seconde table, sous les nºˢ 78 et 79.

Le 22, le ciel étoit pur et sans nuage, un peu de vent, et la chaleur étoit très-grande : le thermomètre avoit monté à 28 degrés. La comète parut avoir perdu beaucoup de sa lumière ; peut-être aussi que le grand crépuscule et la grande lumière de la lune y contribuoient beaucoup. Je comparai la comète directement à l'étoile n° 50 du Lion, à θ, 3e grandeur, et à une étoile nouvelle que je déterminai en la comparant à θ. Sa position est rapportée dans la seconde table, sous le n° 81, avec celles des étoiles voisines ; et celles de la comète, déduites de ces étoiles, sont dans la première.

Le 23, vers les 7 heures ½ du soir, le ciel se trouvoit presque totalement couvert ; il étoit tombé un peu de pluie, je ne pus voir la comète que près de l'horizon, et ce ne fut pas sans peine : les nuages rares, les vapeurs de l'horizon, et le grand clair de lune en étoient la cause. Je la comparai deux fois directement à l'étoile K 6e grandeur du Lion. Ces observations peuvent être regardées comme douteuses ; je n'ai pas laissé que de les rapporter dans les deux tables, celle de l'étoile et celles de le comète.

Le 25 au soir, le ciel se trouva découvert au couchant, où étoit la comète. Elle paroissoit sur le parellèle de Régulus, à laquelle elle fut comparée, et à une étoile nouvelle estimée de 8e grandeur, qui me fut connue en la comparant à Régulus : c'est l'étoile n° 80 de la seconde table. La comète devenoit fort basse à l'occident ; les vapeurs de l'horizon, et la lumière de la lune ne permettoient pas d'espérer qu'on pût la voir bien long-temps.

Le 26, le ciel assez beau le soir ; je cherchai l'étoile ρ 4e grandeur du Lion ; sur son parallèle devoit se trouver la comète. Je fis d'abord deux tentatives inutiles ; ce que j'attribuois au crépuscule, aux vapeurs de l'horizon, et à la grande lumière que répandoit la lune ; plus tard, je réussis cependant à la voir : sa lumière étoit presque effacée. Je la comparai aux étoiles ρ et *l* du Lion : j'en ai rapporté les positions dans la première table.

Le 27, le ciel étoit fort beau le soir ; mais comme la comète étoit près de l'horizon, je la cherchai dans un grand crépuscule, qui étoit encore augmenté par celle de la lune. L'observation du 26 m'avoit fait connoître que je devois la chercher sur le parallèle de l'étoile ρ du Lion : après plusieurs tentatives, je la trouvai enfin ; mais d'une lumière si foible que je la perdois de temps à autre, quoique dans le champ de la lunette. J'observai son passage au fil horaire du micromètre, et j'attendis le passage au même fil de quelques étoiles : il en passa deux, qui étoient *o* et A de la constellation de la Vierge. De ces observations, qu'on peut regarder comme un peu douteuses, j'ai conclu la position de la comète : elles sont rapportées dans la première table, et celles des étoiles dans la seconde. . . . .

Le 28, le ciel fut couvert le soir ; la comète passoit par son nœud, traversant l'écliptique.

Le 29 ; beau temps le soir ; je cherchai la comète près des étoiles 37 et 38 du sextant, où elle devoit être. Ayant trouvé ces deux étoiles, que je conservai dans le champ de la lunette pendant plus de trois-quarts-d'heure, jusqu'à ce qu'elles fussent abaissées et cachées par une masse de cheminées qui est au couchant de mon observatoire. Pendant ces trois-quarts-d'heure, je soupçonnai la comète, et je la comparai à l'étoile 38ᵉ du sextant ; mais cette observation doit être regardée comme très-douteuse. Je n'ai pas laissé que de rapporter la position dans la première table : cette observation est la dernière que j'ai pu faire de cette comète.

Suivant mes observations, cette comète a été observée depuis le premier mai jusqu'au 29 de juin, ce qui fait soixante jours, qui comprennent quarante-trois jours d'observations.

Je rapporte dans la première table qui va suivre, toutes les ascensions droites et déclinaisons de la comète que j'ai observées, avec les différences de passage entre la comète et les étoiles au fil horaire du micromètre, les différences en déclinaison qui ont eu lieu entre la comète et les étoiles :

ces différences sont affectées des signes + et —; le premier indique qu'il faut ajouter ces différences observées aux positions des étoiles avec lesquelles la comète aura été comparée pour avoir celle de la comète; le second signe indique qu'il faut ôter. Ces deux colonnes forment la base des observations qui peuvent servir en tout temps à rectifier les positions de la comète, si l'on établit par la suite, mieux que je ne l'ai fait, la position des étoiles qui ont été employées à sa détermination.

La seconde table, qui suit la première, renferme les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles, qui ont été employées à la détermination du lieu de la comète. Leurs positions sont réduites au temps des observations, n'y ayant fait d'autre réduction que celles qu'on trouve dans les catalogues sous le titre de *variation annuelle*.

Je rapporte à la suite de ces tables une grande carte céleste, divisée en degrés d'ascension droite et en degrés de déclinaison; j'y ai tracé la route apparente que la comète a suivie parmi les étoiles fixes, et il sera facile de juger par cette carte de sa position et de celle des étoiles employées chaque jour à sa détermination; ces étoiles employées, je les ai renfermées par un cercle : on verra aussi par cette carte toutes les constellations par où la comète a passé. Elle a commencée à paroître entre la tête et le bras droit d'*Andromède*; elle a traversé *Cassiopée*, la nouvelle constellation formée par M. de la Lande, *le Messier;* ensuite *la Giraffe*, *la grande Ourse*, *le petit Lion*, *le Lion*, et elle a cessé de paroître au-dessous de l'écliptique, près de l'étoile 38e du *Sextant*.

Comme cette carte a une certaine étendue, j'y ai rapporté aussi la route apparente de la première comète, que j'avois découverte en 1788, le 25 novembre au matin; j'en ai fait mention dans le Mémoire des observations qui est imprimé dans le volume précédent, année 1789, page 377.

M. Méchain, qui a observé comme moi cette troisième

comète de 1790, découverte par Miss Herschel, en a calculé les élémens sur ses observations. Ces élémens se trouvent imprimés dans la Connoissance des Temps de 1792, p. 355, Je les rapporte ici.

ÉLÉMENS.

Longitude du nœud ascendant	1ˢ	3°	11′	2″.
Inclinaison de l'orbite		63	52	27.
Lieu du Périhélie sur l'orbite	9	5	43	27.
Logarithme de la distance périhélie		9,9019814.		

Passage au périhélie, 21 mai à $5^h\ 56'\frac{1}{2}$, temps m. à Paris.

Sens du mouvement . . . . rétrograde.

TABLE PREMIÈRE.

Des lieux apparens de la troisième comète de 1790, *comparée aux étoiles fixes.*

1790.	TEMPS vrai.	Ascension droite de la comète observée.	Déclinais. de la comète observée b.	Différence en ascen. dr. de la comète avec les étoil.	Differ. en décl. entre la comète et les ét.	Grandeur des étoiles.	l. ett. et n.e des étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Mai.. 1	14. 27. 45	3. 8. 8	40. 6. 29	— 6. 23. 9	+ 10. 34	4	υ	d'Andromède.
	14. 27. 45	3. 8. 8	40. 6. 29	— 4. 38. 0	— 0. 34		néb.	d'Andromède.
4	13. 37. 2	3. 57. 51	42. 32. 25	— 0. 16. 22	— 41. 43	6	17	
	13. 41. 0	3. 57. 43	42. 32. 44	— 0. 16. 30	— 41. 24	6	17	
	14. 11. 52	3. 57. 58	42. 33. 42	— 0. 16. 15	— 40. 26	6	17	
	14. 39. 54	3. 57. 58	42. 34. 36	— 0. 16. 15	— 39. 22	6	17	d'Andromède.
	14. 57. 9	3. 57. 58	42. 35. 40	— 0. 16. 15	— 38. 28	6	17	
	15. 17. 35	3. 59. 6	42. 36. 15	— 0. 15. 7	— 37. 53	6	17	
	15. 32. 13	3. 59. 6	42. 36. 58	— 0. 15. 7	— 37. 10	6	17	
8	12. 29. 17	5. 30. 29	46. 18. 19	— 2. 25. 45	+ 25. 39	6	π	
9	12. 49. 15	5. 59. 43	47. 23. 6	— 2. 15. 52	+ 14. 34	6	ο	Cassiopée.
	13. 5. 1	6. 0. 20	47. 24. 32	— 0. 1). 45	— 0. 15	7. 8	δ	déterminée.
	13. 26. 51	6. 0. 50	47. 25. 2	— 2. 14. 45	+ 16. 30	6	ο	Cassiopée.
10	9. 15. 41	6. 27. 28	48. 19. 13	— 0. 25. 30	+ 7. 2	6	4	
	9. 53. 41	6. 29. 13	48. 20. 34	— 1. 0. 15	— 19. 53	9	6	déterminées.
	10. 18. 17	6. 29. 43	48. 21. 50	— 0. 23. 15	+ 9. 39	6	4	
11	12. 25. 34	7. 9. 6	49. 37. 24	— 2. 3. 5.	— 11. 51	5	υ	
	12. 25. 34	7. 10. 6	49. 37. 29	— 0. 24. 7	+ 16. 0	6	ξ	
	12. 39. 59	7. 9. 58	49. 38. 26	— 2. 3. 0	— 10. 49	5	υ	
	12. 39. 59	7. 10. 43	49. 38. 25	— 0. 23. 30	+ 16. 56	6	ξ	
	14. 48. 35	7. 13. 28	49. 44. 28	— 0. 20. 45	+ 22. 59	6	ξ	Cassiopée.
	14. 53. 0	7. 13. 13	49. 45. 7	— 0. 21. 0	+ 23. 58	6	ξ	
	14. 53. 0	7. 14. 13	49. 44. 44	— 1. 58. 45	— 4. 31	5	υ	
	15. 9. 8	2. 14. 43	49. 45. 29	— 0. 19. 30	+ 24. 0	6	ξ	
12	9. 28. 49	7. 46. 10	50. 40. 32	— 1. 13. 52	+ 23. 0	7. 8	10	
	9. 45. 58	7. 47. 32	50. 41: 6	— 1. 13. 30	+ 23. 34	7. 8	10	déterminées.
13	9. 12. 44	8. 36. 41	51. 56, 17	— 1. 50. 2?	+ 22. 48	8	12	
	9. 24. 34	8. 39. 3	52. 0. 34	+ 2. 19. 0	— 44. 49	3. 4	ζ	
	9. 38. 46	8. 40. 3	52. 1. 13	+ 2. 20. 0	— 44. 10	3. 4	ζ	Cassiopée.
	13. 1. 0	8. 44. 48	52. 9. 0	+ 2. 24. 45	— 36. 23	3. 4	ζ	
14	9. 12. 27	9. 29. 48	53. 14. 40	— 4. 49. 22	— 21. 48	7. 8	21	déterminée.
	10. 18. 47	9. 29. 52	53. 20. 17	+ 4. 27. 15	— 1. 41	5	λ	
	10. 46. 2c	9. 33. 14	53. 20. 44	+ 4. 30. 37	— 1. 14	5	λ	
	11. 3. 13	9. 34. 33	53. 22. 34	+ 3. 14. 30	+ 37. 11	3. 4	ζ	Cassiopée.
15	9. 13. 41	10. 31. 47	54. 37. 50	— 4. 3. 15	+ 36. 51	4	θ	
	9. 13. 41	10. 31. 47	54. 37. 50	— 3. 3. 0	+ 45. 51	5	μ	
	10. 0. 40	10. 35. 56	54. 40. 56	+ 0. 1. 30	— 29. 20	9	13	
	10. 19. 36	10. 36. 35	54. 41. 50	+ 2. 15. 0	+ 38. 8	6	7	
	10. 19. 36	10. 36. 35	54. 41. 50	+ 2. 1. 0	+ 23. 6	7	8	déterminées.
	10. 22. 18	10. 36. 41	54. 41. 58	+ 0. 2. 15	— 28. 18	9	13	
	10. 44. 21	10. 37. 56	54. 43. 34	+ 0. 3. 30	— 26. 42	9	13	
	11. 2. 14	10. 38. 38	54. 44. 39	+ 3. 28. 15	— 38. 28	3	α	Cassiopée.

Suite de la table des lieux apparens de la troisième comète de 1790.

1790.	TEMPS vrai.	Ascension droite de la comète observée.	Déclinais. de la comète observée b.	Différence en ascens. dr. de la comète avec les étoil.	Differ. en décl. entre la comète et les ét.	Grandeur des étoiles.	Lett. et n.° des étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Mai. 17	9. 16. 35	13. 6. 30	57. 36. 54	+ 2. 4. 22	− 27. 1	6	v^1	Cassiopée.
	9. 16. 35	13. 6. 31	57. 36. 54	+ 2. 28. 45	− 14. 3	7	v^1	
	9. 28. 7	13. 6. 59	57. 38. 27	+ 1. 11. 0	+ 23. 10	9	15	déterminée.
	10. 3. 30	13. 9. 31	57. 40. 6	+ 2. 31. 45	− 10. 51	7	v^1	Cassiopée.
	10. 3. 30	13. 9. 38	57. 40. 9	+ 2. 7. 30	− 23. 46	6	v^2	
	10. 6. 8	13. 9. 36	57. 41. 2	− 0. 42. 45	+ 31. 10	6. 7	20	déterminée.
	11. 11. 14	13. 10. 6	57. 45. 50	− 0. 42. 15	+ 35. 58	6. 7	20	
18	8. 52. 41	14. 44. 8	59. 9. 47	− 3. 18. 15	+ 1. 26	3	δ	
	9. 25. 3	14. 47. 18	59. 12. 5	− 3. 15. 45	+ 3. 44	3	δ	
	9. 25. 3	14. 47. 49	59. 12. 7	+ 3. 45. 15	− 22. 32	3	γ	
	10. 14. 50	14. 50. 48	59. 15. 8	− 3. 12. 15	+ 6. 47	3	δ	Cassiopée.
	10. 14. 50	14. 51. 19	59. 15. 11	+ 3. 48. 45	− 19. 28	3	γ	
20	14. 0. 50	19. 31. 25	62. 53. 14	− 5. 20. 45	+ 15. 31	3	ε	
	14. 39. 3	19. 35. 10	62. 55. 54	− 3. 36. 0	+ 6. 59	6	23	déterminée.
	14. 39. 3	19. 35. 40	62. 55. 54	− 5. 16. 30	+ 18. 11	3	ε	Cassiopée.
22	10. 31. 46	25. 29. 35	66. 8. 14	− 0. 29. 45	+ 8. 39	7	25	déterminées.
	10. 31. 46	25. 29. 35	66. 8. 14	− 4. 6. 45	+ 25. 8	8	26	
	10. 31. 46	25. 29. 35	66. 8. 14	− 4. 11. 45	+ 37. 55	6	55.ᵉ	Cassiopée.
	11. 14. 39	25. 35. 5	66. 11. 22	+ 3. 13. 15	− 17. 26	6	22	déterminées.
	11. 14. 39	25. 35. 5	66. 11. 22	− 0. 24. 15	+ 11. 47	7	25	
	11. 39. 46	25. 38. 50	66. 13. 38	− 4. 2. 30	+ 43 19	6	55.ᵉ	
	12. 14. 27	25. 46. 5	66. 15. 6	+ 3. 54. 0	− 41. 58	6	c	Cassiopée.
23	9. 19. 54	29. 24. 5	67. 49. 9	+ 4. 19. 30	+ 11. 41	5. 6	d	
	10. 3. 53	29. 33. 5	67. 52. 30	+ 4. 28. 30	+ 15. 2	5. 6	d	
24	11. 46. 12	35. 4. 9	69. 44. 3	− 0. 7. 45	− 17. 39	9	29	déterminées.
	11. 46. 12	35. 4. 9	69. 44. 3	+ 0. 7. 45	− 13. 18	9	28	
	12. 36. 57	35. 17. 39	69. 47. 55	+ 9. 0. 30	− 3. 49	6	e	Cassiopée.
	12. 36. 57	35. 17. 39	69. 47. 55	+ 0. 21. 15	− 9. 26	9	28	
26	9. 26. 24	48. 51. 41	72. 37. 58	+ 0. 41. 30	+ 1. 0	7	34	
	9. 59. 57	49. 4. 11	72. 39. 26	+ 5. 46. 45	− 23. 49	7	31	
	9. 59. 57	49. 4. 11	72. 39. 15	+ 3. 7. 45	+ 3. 21	7. 8	33	
	9. 59. 57	49. 4. 11	72. 39. 25	+ 4. 20. 30	− 14. 54	7. 8	32	
	9. 59. 59	49. 4. 26	72. 39. 27	+ 0. 54. 15	+ 2. 49	7	34	
	10. 41. 58	49. 19. 56	72. 41. 37	+ 1. 9. 45	+ 4. 59	7	34	
	10. 41. 58	49. 20. 11	72. 41. 40	+ 6. 2. 45	− 21. 35	7	31	
27	14. 49. 28	60. 51. 27	73. 52. 53	+ 2. 24. 0	− 11. 40	7	36	
	15. 5. 41	60. 57. 57	73. 53. 24	+ 2. 38. 30	− 11. 9	8	35	
	15. 5. 41	60. 57. 57	73. 53. 24	+ 2. 30. 30	− 11. 9	7	36	
	15. 3. 41	60. 57. 57	73. 53. 23	+ 2. 18. 0	− 13. 0	8	37	déterminées.
28	9. 44. 50	69. 50. 0	74. 18. 58	+ 0. 48. 30	+ 23. 10	6	41	
	10. 13. 26	70. 3. 45	74. 19. 14	+ 1. 2. 15	+ 23. 46	6	41	
29	10. 24. 58	82. 10. 11	74. 14. 47	+ 4. 41. 45	+ 6. 11	7	49	
	10. 24. 58	82. 10. 25	74. 14. 47	+ 6. 45. 37	+ 10. 8	6	48	
	10. 24. 58	82. 10. 26	74. 14. 47	+ 13. 10. 45	+ 20. 34	7	40	
	10. 24. 58	82. 10. 26	74. 14. 47	+ 9. 31. 0	− 1. 4	7. 8	45	
	10. 24. 58	82. 10. 26	74. 14. 47	+ 7. 2. 15	− 21. 29	7	47	
	10. 24. 58	82. 10. 26	74. 14. 47	+ 4. 38. 30	− 16 16	7	50	
	10. 24. 58	82. 10. 26	74. 14. 47	+ 3. 53. 30	+ 9. 42	7. 8	52	
	10. 24. 58	82. 10. 2[illegible]	74. 14. 47	+ 2. 27. 15	− 14. 19	7	53	
	10. 45. 56	82. 20. 34	74. 13. 38	+ 4. 23. 15	− 38. 26	6	51	

Suite de la table des lieux apparens de la troisième comète de 1790.

1790.	TEMPS VRAI	Ascension droite de la com. observée.	Déclin. de la com. observée boréale.	Différence en ascen. dr. de la comète avec les ét.	Différ. en décl. entre la comète et les ét.	Grandeur des étoiles.	Lett. et n.° des étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la comète a été comparée
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Mai 29	10. 45. 56	82. 20. 33	74. 13. 58	+ 2. 37. 22	— 15. 18	7	57	
	11. 0. 4	82. 28. 41	74. 13. 51	+ 2. 45. 30	— 15. 15	7	53	
	11. 0. 4	82. 28. 41	74. 13. 53	— 2. 6. 15	+ 16. 12	7	54	
31	13. 18. 58	105. 15. 21	72. 4. 52	— 1. 0. 0	+ 3. 50	7. 8	55	
Juin 2	9. 31. 47	121. 16. 15	67. 51. 26	— 1. 16. 30	— 6. 52	7	58	déterminées.
	9. 57. 36	121. 23. 0	67. 40. 18	+ 1. 10. 45	— 29. 55	8	[illegible]	
	9. 57. 36	121. 23. 0	67. 40. 18	— 1. 9. 45	— 18. 0	7	58	
	10. 27. 23	121. 29. 50	67. 38. 45	— 0. 56. 30	+ 44. 8	8	57	
	11. 16. 23	121. 44. 45	67. 30. 52	— 0. 48. 0	— 27. 26	7	58	
	11. 49. 48	121. 53. 15	67. 27. 22	— 0. 39. 30	— 30. 56	7	58	
3	13. 0. 41	128. 5. 16	64. 34. 3	+ 2. 35. 45	— 29. 29	5	π^2	grande Ourse.
	13. 0. 41	128. 5. 8	64. 34. 2	+ 0. 10. 0	— 28. 5	8	60	déterminée.
4	11. 16. 46	132. 29. 58	61. 47. 42	+ 9. 17. 0	+ 22. 57	4. 5	o	grande Ourse.
	11. 16. 46	132. 29. 58	61. 47. 42	+ 0. 30. 15	— 1. 23	8. 9	61	déterminée.
	11. 20. 45	132. 30. 31	61. 47. 53	— 1. 55. 30	— 30. 27	5	c	grande Ourse.
	11. 20. 45	132. 30. 31	61. 47. 53	— 1. 30. 30	— 44. 57	8. 9	63	déterminées.
	12. 9. 55	132. 39. 45	61. 40. 55	+ 0. 40. 0	— 8. 12	8. 9	61	
	12. 11. 18	132. 39. 16	61. 41. 31	— 1. 46. 45	— 36. 49	5	c	grande Ourse.
5	11. 55. 12	136. 30. 41	58. 37. 20	— 6. 25. 15	+ 31. 16	5. 6	44	du Lynx.
	11. 55. 12	136. 30. 41	58. 37. 20	— 3. 54. 45	+ 42. 59	6	66	
	12. 55. [illegible]	136. 36. 40	58. 32. 8	+ 1. 2. 30	+ 10. 22	9	64	déterminée.
	13. 12. 58	136. 53. 25	58. 27. 30	+ 1. 9. 15	+ 5. 4	9	64	
6	9. 38. 7	139. 22. 46	55. 46. 10	— 5. 5. 0	+ 43. 27	5	ε	grande Ourse.
	9. 38. 7	139. 22. 46	55. 46. 10	— 2. 46. 15	+ 25. 39	6	68	déterminée.
	10. 37. 13	139. 29. 0	55. 38. 0	+ 4. 12. 45	+ 44. 30	5	e	
	10. 37. 13	139. 29. 0	55. 38. 0	+ 1. 47. 30	+ 42. 37	6	21	
	10. 2. 21	139. 31. 16	55. 36. 59	— 4. 56. 30	+ 33. 56	5	ε	
7	9. 18. 38	142. 1. 59	52. 36. 25	+ 2. 19. 45	— 1. 15	3	θ	
	9. 18. 38	142. 1. 59	52. 36. 25	+ 1. 55. 30	— 22. 51	5. 6	26	grande Ourse.
	9. 33. 24	142. 3. 29	52. 34. 56	+ 2. 21. 15	— 2. 44	3	θ	
	9. 46. 53	142. 4. 29	52. 33. 2	+ 2. 22. 15	— 4. 38	3	θ	
	10. 2. 59	142. 6. 14	52. 31. 0	+ 2. 24. 0	— 6. 40	3	θ	
8	12. 6. 38	144. 30. 38	49. 5. 48	+ 2. 21. 45	— 38. 24	8	67	déterminées.
	12. 6. 38	144. 30. 38	49. 5. 48	+ 2. 17. 15	— 17. 25	6. 7	69	
	13. 12. 33	144. 56. 23	48. 57. 27	+ 13. 24. 30	+ 6. 15	3	ι	grande Ourse.
	13. 12. 33	144. 56. 23	48. 57. 27	+ 2. 23. 0	— 25. 46	6. 7	69	
9	10. 48. 23	146. 18. 41	46. 11. 20	+ 0. 6. 15	— 13. 57	6. 7	71	déterminées.
	10. 54. 41	146. 18. 56	46. 10. 55	+ 0. 39. 45	+ 0. 55	8. 9	70	
	10. 54. 41	146. 19. 11	46. 10. 58	+ 0. 6. 45	— 13. 59	6. 7	71	
11	10. 23. 14	149. 15. 35	40. 21. 33	+ 4. 54. 15	— 15. 15	6	16	petit Lion.
	11. 27. 47	149. 16. 47	40. 14. 11	+ 7. 3. 15	— 28. 30	7. 6	43	du Lynx.
	11. 27. 47	149. 16. 47	40. 14. 11	— 5. 10. 15	+ 14. 57	6	32	petit Lion.
	11. 59. 51	149. 20. 35	40. 11. 6	+ 1. 0. 15	— 25. 42	7	72	
	11. 59. 51	149. 20. 35	40. 10. 45	+ 0. 51. 0	— 21. 42	7	73	
12	10. 36. 50	150. 26. 28	37. 32. 52	+ 0. 49. 0	+ 3. 42	7. 8	75	déterminées.
	10. 36. 50	150. 26. [illegible]	37. 32. [illegible]	+ 0. 52. 30	+ 17. [illegible]	8	76	
	11. 6. 18	150. 28. 13	37. 30. 8	+ 0. 50. 45	+ 0. 53	7. 8	75	
	11. 15. 39	150. 2[illegible]	37. 28. 5[illegible]	— 3. 28. 45	— 18. 26	5	31	
13	9. 20. 4	151. 2[illegible]	35. 3. 20	— 2. 1. 15	+ 11. 50	5. 4	30	petit Lion.
	9. 20. 44	151. 26. 25	35. 3. 29	— 1. 18. 0	+ 5. 19	6	27	

Suite de la table des lieux apparens de la troisième comète de 1790.

1790.	TEMPS vrai.	Ascension droite de la com. observée.	Déclinais. de la com. observee boréale.	Différence en ascens. dr. de la comète avec les ét.	Differ. en déc. entre la comète et les ét.	Grandeur des étoiles.	Lett. et n.° des étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Juin. 13	9. 20. 44	151. 26. 23	35. 3. 29	— 1. 34. 0	+ 17. 10	6	28	
	10. 2. 44	151. 28. 16	34. 58. 46	— 1. 59. 22	+ 7. 7	5. 4	30	
	10. 18. 30	151. 29. 1	34. 56. 48	— 1. 58. 37	+ 5. 9	5. 4	30	
14	9. 43. 20	152. 24. 13	32. 29. 58	+ 1. 38. 37	— 0. 52	6	22	petit Lion.
	9. 48. 15	152. 23. 33	32. 28. 54	— 4. 19. 30	— 35. 15	5	37	
	10. 11. 11	152. 24. 33	32. 25. 47	— 4. 18. 30	— 38. 2	5	37	
	10. 34. 10	152. 26. 21	32. 24. 11	+ 1. 40. 45	— 6. 39	6	22	
15	9. 53. 59	153. 14. 34	30. 4. 30	+ 1. 3. 0	+ 5. 11	8	77	déterminée.
	9. 53. 5[illegible]	153: 14 47	30. 4. 31	+ 2. 10. 15	— 16. 37	5. 6	23	
	9. 53. 5[illegible]	153. 14. 52	30. 4. 30	+ 2. 6. 15	+ 21. 21	6	24	petit Lion.
	10. 13. 30	153. 14. 52	30. 2. 42	+ 2. 6. 15	+ 19. 33	6	24	
	10. 13. 30	153. 15. 2	30. 2. 42	+ 2. 10. 30	— 18. 26	5. 6	23	
	10. 13. 30	153. 15. 4	30. 2. 45	+ 1. 3. 30	+ 3. 24	8	77	déterminée.
	10. 33. 42	153. 15. 32	30. 0. 51	+ 2. 11. 0	— 20. 17	5. 6	23	petit Lion.
	10. 33. 42	153. 15. 37	30. 0. 51	+ 2. 7. 0	+ 17. 42	6	24	
	10. 33. 42	153. 15. 41	30. 0. 52	+ 1. 4. 7	+ 1. 33	8	77	déterminée.
16	9. 49. 13	153. 59. 13	27. 48. 16	— 3. 54. 0	+ 23. 50	6	40	
	10. 8. 6	153. 59. 58	27. 46. 30	— 3. 53. 15	+ 22. 4	6	40	petit Lion.
	10. 35. 18	154. 0. 43	27. 43. 53	— 3. 52. 30	+ 19. 27	6	40	
20	9. 30. 26	156. 17. 43	19. 57. 48	+ 4. 13. 22	— 33. 30	6	40	
	9. 30. 26	156. 17. 43	19. 57. 49	— 2. 28. 30	— 1. 25	6	*m*	
	10. 2. 8	156. 18. 5	19. 55. 29	— 2. 28. 8	— 3. 45	6	*m*	du Lion.
	10. 2. 8	156. 18. 11	19. 55. 29	+ 4. 13. 50	— 35. 49	6	40	
	10. 32. 18	156. 18. 51	19. 53. 7	+ 4. 14. 30	— 38. 14	6	40	
	10. 32. 18	156. 18. 58	19. 53. 2	— 2. 27. 15	— 6. 12	6	*m*	
21	10. 9. 27	156. 46. 2	18. 14. 0	— 0. 23. 7	+ 34. 14	9	78	déterminée.
	10. 59. 52	156. 46. 57	18. 10. 1	+ 7. 48. 45	+ 23. 13	3	η	du Lion.
	10. 59. 52	156. 46. 57	18. 10. 1	— 0. 41. 30	+ 12. 19	8	79	déterminées.
	11. 13. 5	156. 47. 27	18. 9. 8	— 0. 41. 0	+ 11. 26	8	79	
22	9. 33. 31	157. 11. 54	16. 39. 47	+ 0. 16. 45	— 33. 5	7. 6	50	
	9. 36. 30	157. 12. 16	16. 39. 46	+ 0. 17. 7	— 33. 6	7. 6	50	du Lion.
	9. 38. 45	157. 10. 51	16. 39. 23	— 8. 37. 30	+ 4. 53	3	θ	
	9. 38. 45	157. 10. 51	16. 39. 11	— 4. 52. 30	— 0. 6	8	81	déterminée.
	10. 16. 8	157. 12. 6	16. 36. 43	— 8. 36. 15	+ 2. 13	3	θ	
23	10. 44. 11	157. 36. 7	15. 4. 46	— 1. 13. 22	— 13. 12	6	*k*	du Lion.
	10. 52. 56	157. 36. 59	15. 4. 54	— 1. 12. 30	— 13. 4	6	*k*	
25	9. 43. 32	158. 18. 16	12. 21. 13	— 1. 43. 30	— 20. 16	8	80	déterminée.
	9. 43. 32	158. 18. 16	12. 21. 12	+ 9. 0. 30	— 38. 4	1	α	Régulus.
	10. 0. 41	158. 18. 31	12. 20. 13	— 1. 43. 15	— 21. 16	8	80	déterminée.
	10. 5. 15	158. 18. 46	12. 19. 13	— 1. 43. 0	— 22 16	8	80	
26	9. 49. 1	158. 37. 34	11. 4. 4	+ 3. 11. 7	+ 41. 7	4	ρ	du Lion.
	9. 57. 28	158. 37. 54	11. 3. 6	— 0. 55. 45	— 35. 57	6	*l*	
27	9. 57. 27	158. 55. 47	9. 50. 40	— 17. 8. 37	+ 14. 3	6	A	de la Vierge.
	9. 57 27	158. 56. 5	9. 49. 50	— 19. 42. 7	— 3. 54	5	*o*	
29	10. 51. 51	159 30. 33	7. 32. 18	+ 0. 24. 37	+ 5. 0	7	38	du Sextant.

TABLE II.

Des ascensions droites et des déclinaisons des étoiles avec lesquelles la troisième comète de 1790 a été comparée.

Les positions sont réduites au temps des observations.

Ascension. droite des étoiles.	Déclin. des étoiles. Boréale.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	NOMS DES ETOILES QUI ONT SERVI A LA DÉTERMINATION du lieu de la comète.
D. M. S.	D. M. S.			
3. 48. 28	42. 39. 44	9	1	Le 5 mai matin, la queue de la comète passoit sur cette étoile.
4. 14. 13	3. 14. 8	6	17	Andromède, Hévélius, comp. à κ; comète comp. le 5 mai matin.
5. 2. 27	53. 21. 58	5	λ	Cassiopée, déduite de Flamsteed; comète comparée le 14 mai soir.
6. 7. 35	53. 1. 57	6	2	Nouvelle, déterminée par ζ de Cassiopée
6. 11. 5	47. 24. 37	7. 8	3	Nouv. dét. par o de Cassiopée; la com. près et comp. le 10 mai matin.
6. 20. 3	52. 45. 23	3. 4	ζ	Cass. déd. de Flamst. com. comp. le 13 mai soir, et le 14 mat. et soir.
6. 20. 28	43. 20. 1	5	18	D'Andromède, Hévélius, comparée à κ.
6. 52. 58	48. 12. 11	6	4	Nouv. comparée à o de Cassiopée; comète comparée le 10 mai soir.
7. 2. 51	49. 36. 50	10	5	Nouv. La queue de la comète alloit jusqu'à cette étoile.
7. 10. 23	55. 23. 7	3	α	Casssiopée, déduite de la *Conn. des T.* comète comp. le 15 mai soir.
7. 29. 18	48. 40. 27	9	6	Nouv. comparée à ξ de Cassiopée; comète comparée le 10 mai.
7. 34. 13	49. 21. 29	6	ξ	Cassiopée, déduite de Flamsteed; comète comparée le 12 mai matin.
7. 46. 8	40. 7. 3			Belle Nébuleuse d'Andromède; comete comparée le 2 mai matin.
7. 56. 14	46. 52. 40	6	π	Cassiopée, déduite de Flamsteed; comète comparée le 9 mai matin.
8. 15. 35	47. 8. 52	6	o	Cassiopée, déduite de Flamsteed; comète comparée le 10 mai matin.
8. 21. 35	54. 3. 42	6	7	Nouvelle, déterminée; comète comparée le 15 mai.
8. 35. 55	54. 18. 44	7	8	Nouvelle, déterminée; comète comparée le 15 mai.
8. 42. 37	53. 28. 37	9. 10	9	Nouvelle. La queue de la comète alloit jusqu'à cette étoile le 14 mai.
9. 0. 2	50. 17. 32	7. 8	10	Nouvelle, comparée a ι de Cassiopée; comète comparée le 12 mai.
9. 2. 44	56. 52. 56	4	κ	Cassiopée, déduite d'Hévélius et de Flamsteed.
9. 12. 58	49. 19. 15	5	ι	Cassiopée, déduite de ξ; comète comparée le 12 mai matin.
9. 31. 17	39. 55. 55	4	ν	D'Androm. ded. de Flamst.; comète et nébul. comp. le 2 mai matin.
10. 9. 3	59. 57. 53	7	11	Nouvelle, déterminée par ι de Cassiopée.
10. 27. 3	51. 33. 29	8	12	Nouv. déterminée par ζ de Cassiopée; comète comparée le 13 mai.
10. 24. 26	55. 10. 16	9	13	Nouv. determinée par α de Cassiopée, comète comparée le 15 mai.
10. 57. 46	57. 50. 57	7	υ¹	Cassiopée, comparée à υ²; comète comparée le 17 mai.
11. 2. 8	58. 3. 55	6	υ²	Cassiopée, déd. d'Hévélius et de Flamsteed; comète comp. le 17 mai.
11. 2. 34	59. 34. 59	3	γ	Cassiopée, déduite de la *Conn. des T.*; comète comparée le 18 mai.
11. 4. 19	59. 13. 1	7	14	Nouvelle, déterminée par γ de Cassiopée.
11. 55. 59	57. 15. 17	9	15	Nouv. déterminée par κ de Cassiopée; comète comparée le 17 mai.
12. 40. 4	58. 5. 18	10	16	La queue de la c. passoit entre cette ét. et celle n° 18, le 17 mai à 1^{h} 18′.
12. 41. 49	59. 56. 13	7	17	Nouvelle, determinée par γ de Cassiopée.
12. 44. 19	57. 54. 18	9	18	Nouv. la queue de la com. avec l'ét. ci-dessus n° 16 passoit entre elles.
12. 51. 34	60. 26. 35	7	19	Nouvelle, déterminée.
13. 34. 47	53. 52. 19	5	μ	Cassiopée, comparée à θ; comète comparée le 15 mai.
13. 52. 21	57. 9. 52	6. 7	20	Nouv. déterminée par κ de Cassiopée; comète comparée le 17 mai.
14. 19. 10	53. 36. 28	7. 8	21	Nouv. déterminée par θ de Cassiopée; comète comparée le 14 mai.
14. 35. 2	54. 0. 59	4	θ	Cassiopée, déduite de Flamsteed; comète comparée le 15 mai.

Suite de la table des ascensions droites et déclinaisons des étoiles.

Ascension droite des étoiles.	Déclin. des étoiles. Boréale.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	NOMS DES ETOILES QUI ONT SERVI A LA DÉTERMINATION du lieu de la comète.
D. M. S.	D. M. S.			
18. 3. 3	59. 8. 21	3	δ	Cassiopée, déduite de la *Conn. des T.*; comète comparée le 18 mai.
21. 52. 5	66. 57. 4	5	*c*	Cassiopée, déduite de *c* et de *f*; comète comparée le 23 mai matin.
22. 21. 50	66. 28. 48	8	22	Nouvelle, déterminée; comète comparée le 22 mai.
23. 11. 10	62. 48, 55	6	23	Nouv. déterminée par ε de Cassiopée; comète comparée le 20 mai.
24. 52 10	62. 37. 43	3	ε	Cassiopée, déduite de la *Conn. des T.*; comète comparée le 20 mai.
25. 4. 55	67. 37. 28	5. 6	*d*	Cassiopée; comète comparée le 23 mai.
25. 49. 5	66. 31. 31	8	24	Nouvelle, déterminée par *d* de Cassiopée.
25. 59. 20	65. 59. 35	7	25	Nouvelle, déterminée; comète comparée le 22 mai.
26. 17. 9	69. 51. 44	6	*e*	Cassiopée; comète comparée le 23 mai matin.
29. 36. 20	65. 43. 6	8	26	Nouv. détérm. par la 55ᵉ de Cassiopée; comète comp. le 22 mai.
29. 41. 20	65. 30. 19	6	55	Cassiopée; comète comparée le 22 mai.
29. 48. 35	65. 18. 10	8	27	Nouvelle, déterminée par la 55ᵉ de Cassiopée.
34. 56. 24	69. 57. 21	9	28	Nouv. déterminée par *e* de Cassiopée; comète comparée le 24 mai.
35. 11. 54	70. 1. 42	9	29	Nouv. déterminée par *e* de Cassiopée; comète comparée le 24 mai.
39. 44. 39	69. 43. 40	8	30	Nouvelle, déterminée par *e* de Cassiopée.
43. 17. 26	73. 3. 15	7	31	Nouv. dét. par des ét. connues de M. de la Lande; com. comp. 26 mai.
44. 43. 41	72. 54. 19	7. 8	32	Nouv. connue de même; comète comparée le 26 mai.
45. 56. 26	72. 35. 54	7. 8	33	Nouv. connue de même; comète comparée le 26 mai.
48. 10. 11	72. 36. 33	7	34	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 26 mai.
53. 19. 27	74. 4. 53	8	35	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 27 mai.
53. 27. 27	74. 4. 35	7	36	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 27 mai.
58. 39. 57	74. 6. 23	8	37	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 27 mai.
63. 1. 42	73. 39. 2	8	38	Nouv. déterminée de même.
63. 14. 42	74. 0. 19	8	39	Nouv. déterminée de même.
68. 59. 41	73. 54. 13	7	40	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
69. 1. 30	73. 55. 28	6	41	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 28 mai.
69. 35. 45	73. 26. 11	6	42	Nouv. déterminée de même.
69. 58. 15	73. 44. 12	6	43	Nouv. déterminée de même.
71. 33. 0	73. 39. 14	5. 6	44	Nouv. déterminée de même.
72. 39. 26	74. 15. 51	7. 8	45	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
73. 8. 0	72. 54. 32	5. 6	46	Nouv. déterminée de même.
75. 8. 11	74. 36. 16	7	47	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
75. 24. 48	74. 4. 30	6	48	Nouv. déterminée de même, comète comparée le 29 mai.
77. 23. 26	74. 8. 36	7	49	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
77. 51. 56	74. 51. 3	7	50	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
77. 57. 10	74. 52. 4	6	51	Nouv. déterminée de même, comète comparée le 29 mai.
78 16. 56	74. 5. 5	7. 8	52	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
79. 47. 11	74. 20. 6	7	53	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
84. 34. 56	73. 57. 41	7	54	Nouv. déterminée de même; comète comparée le 29 mai.
106. 15. 21	72. 1. 2	7. 8	55	Nouv. comparée à n.° 1 de la gr. O. (Hevélius) com. estimée le 1 juin.
120. 12. 15	68. 0. 51	8	56	Nouv. déterminée; comète comparée le 2 juin.
122. 2[illegible]. [illegible]	66. 54. 35	8	57	Nouv. déterminée par π¹ de la g. Ourse; comète comp. le 2 juin.
122. 3[illegible]. 45	67. 58. 18	7	58	Nouv. déterm. par ρ de la g. Ourse; comète comparée le 2 juin.
127. 12. 58	61. 4. 45	4. 5	*o*	Grande Ourse, déduite de Flamsteed; comète comparée le 4 juin.
127. 23. 30	67. 18. [illegible]	8	59	Nouv. Le 2 juin à 11ʰ 44′, la queue de la comète alloit jusqu'à elle.
125. 11. 10	65. 44. 28	5	π¹	Grande Ourse, déduite de Flamsteed.

Suite de la table des ascensions droites et déclinaisons des étoiles.

Ascension droite des étoiles.	Déclin. des étoiles. Boréale.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	NOMS DES ETOILES QUI ONT SERVI A LA DÉTERMINATION du lieu de la comète.
D. M. S.	D. M. S.			
125. 29. 31	65. 3. 32	5	π²	Grande Ourse, déd. de Flamsteed; comète comp. le 4 juin matin.
127. 55. 8	65. 2. 7	8	60	Nouv. comparée à π²; comète comparée le 4 juin matin.
130. 56. 15	68. 26. 47	5	ρ	Grande Ourse, déduite de Flamsteed.
131. 11. 53	48. 51. 12	3	ι	Gr. Ourse, déd. de la *Conn. des Temps*, comète comparée le 8 juin.
131. 59. 43	61. 49. 5	8. 9	61	Nouv. comparée à o de la gr. Ourse; comète comparée le 4 juin.
132. 9. 15	55. 7. 34	6	62	Nouvelle, déterminée par l'étoile *e* de la grande Ourse.
134. 1. 1	62. 32. 50	8. 9	63	Nouv. double, comp. à *c*: comète comp. le 4 juin. La queue à l'ét. *c*.
134. 26. 1	62. 18. 20	5	*c*	Gr. Ourse, déduite de Flamst.; comète comp. directement le 4 juin.
135. 5. 40	57. 37. 12	5	17	Gr. Ourse, déduite de Flamsteed.
135. 16. 15	54. 53. 30	5	*e*	Gr. Ourse, déduite de Flamst.; comète comp. directement le 6 juin.
135. 34. 10	58. 22. 26	9	64	Nouv. déterminée par la 17ᵉ de la gr. Ourse; comète comp. le 5 juin.
136. 36. 10	57. 35. 5	6. 7	65	Nouv. comparée à la 17ᵉ de la grande Ourse.
137. 41. 30	54. 55. 23	6	21	Gr. Ourse, déduite de *c*; comète comparée directement le 6 juin.
139. 42. 14	52. 57. 40	3	θ	Gr. Ourse déduite de la *Conn. des T.* comète comp. direct. le 7 juin.
140. 6. 29	5[illegible]. 59. 16	5. 6	26	Gr. Oourse, comp. à θ; comète comparée le 7 juin.
140. 25. 26	57. 54. 21	6	66	Nouv. déterminée par la 44ᵉ du Lynx; comète comparée le 5 juin.
142. 8. 53	49. 44. 12	8	67	Nouv. déterm. par ι de la gr. Ourse; comète comparée le 8 juin.
142. 9. 1	55. 20. 31	6	68	Nouv. determinée par φ; comète comparée le 6 juin.
142. 13. 23	49. 23. 13	6. 7	69	Nouv. déterm. par ι; comète comparée le 8 juin.
142. 13. 32	40. 42. 41	7. 6	43	Du Lynx, comp. à la 32ᵉ du petit Lion; comète comp. le 11 juin.
142. 55. 56	58. 6. 4	5. 6	44	Du Lynx, déduite de Flamsteed; comète comparée le 5 juin.
143. 20. 41	46. 4. 36	6	14	Du petit Lion, déduite de Flamsteed.
144. 21. 20	40. 36. 48	6	16	Du petit Lion, déduite de Flamsteed; comète comparée le 11 juin.
144. 27. 46	55. 3. 3	5	φ	Gr. Ourse, déduite de Flamsteed; comète comparée direct. le 6 juin.
145. 39. 11	46. 10. 2	8. 9	70	Nouv. déterminée par la 14ᵉ du petit Lion; comète comp. le 9 juin.
146. 12. 26	46. 24. 57	6. 7	71	Nouv. par la même 14ᵉ du petit Lion; comète comp. le 9 juin.
1. 8. 20. 20	40. 36. 48	7	72	Nouv. déterm. par la 16ᵉ du petit Lion, com. comparée le 11 juin.
148. 29. 35	40. 31. 57	7	73	Nouv. déterm. par la même 16ᵉ; comète comp. le 11 juin.
148. 58. 12	17. 46. 48	3	κ	Du Lion, déduite de la *Conn. des T.*; com. comp. direct. le 21 juin.
149. 17. 46	12. 59. 16	1	α	Régulus, déd. de la *Conn. des T.*; comète comp. direct. le 25 juin.
149. 32. 47	40. 24. 9	9	74	Nouv. déterminée; la queue de la comète passant à côté à $4^h\ 45'$.
149. 37. 28	37. 29. 10	7. 8	75	Nouv. déterminée par la 31ᵉ du petit Lion; comète comp. le 12 juin.
149. 54. 20	37. 15. 51	8	76	Nouv. déterminée; comète comparée le 12 juin.
150. 45. 36	32. 30. 50	6	22	Petit Lion, déduite de Flamsteed; comète comp. direct. le 14 juin.
151. 4. 32	30. 21. 8	5. 6	23	Petit Lion, déduite de Flamsteed, comète comparée le 15 juin.
151. 8. 37	29. 43. 9	6	24	Petit Lion, comparée à la 23ᵉ; comète comparée le 15 juin.
152. 4. 21	20. 31. 18	6	40	Du Lion, posit. déduite de γ; comète comparée le 20 juin.
152. 11. 34	29. 59. 19	8	77	Nouv. déterm. par la 23ᵉ du petit Lion; comète comparée le 15 juin.
152. 44. 23	34. 58. 10	6	27	Petit Lion, comparée à la 30ᵉ, comète comparée le 13 juin.
153. 0. 23	34. 46. 19	6	28	Petit Lion, comp. à la même 30ᵉ; comète comparée le 13 juin.
153. 27. 38	34. 51. 39	5. 4	30	Petit Lion, déduite de Flamsteed; comète comp. direct. le 13 juin.
154. 27. 2	39. 59. 14	6	32	Petit Lion, déduite de Flamsteed; comète comp. direct. le 11 juin.
155. 26. 27	10. 22. 57	4	ζ	Lion, déduite de la *Conn. des T.*; comète comp. direct. le 26 juin.
153. 55. 28	37. 46. 56	5	31	Petit Lion, déd. de Flamsteed; comète comp. le 12 juin. Douteuse.
156. 43. 3	35. 3. 49	5	37	Petit Lion, déduite de Flamsteed; comète comparée le 14 juin.
156. 55. 9	17. 12. 52	7. 6	50	Lion, milieu pris entre Flamst. et Mayer; comète comp. le 22 juin.

Suite de la table des ascensions droites et déclinaisons des étoiles.

Ascension droite des étoiles.	Déclin. des étoiles. Boréale.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	NOMS DES ÉTOILES QUI ONT SERVI A LA DÉTERMINATION du lieu de la comète.
D, M. S.	D, M. S.			
157. 9. 9	17. 39. 46	9	78	Nouv. comp. à la 50e du Lion; comète comparée le 21 juin.
157. 28. 27	17. 57. 42	8	79	Nouv. comp. directement à ι du Lion; comète comp. le 21 juin.
157. 53. 13	27. 24. 26	6	40	Petit Lion, comp. à μ du Lion; comète comparée le 16 juin.
158. 46. 13	19. 59. 14	6	*m*	Lion, déduite de γ; comète comparée le 20 juin.
158. 49. 29	15. 17. 58	6	*k*	Lion, milieu pris entre Flamst. et Mayer; comète comp. le 23 juin.
159. 5. 55	7. 27. 18	7	38	Sextant; comète comparée le 29 juin. L'observation très-douteuse.
159. 33. 39	11. 39. 3	6	*l*	Lion, déduite de Flamsteed et Mayer; comète comparée le 26 juin.
160. 1. 46	12. 41. 29	8	80	Nouv. comparée à Régulus; comète comparée le 25 juin.
162. 3. 21	16. 39. 17	8	81	Nouv. comp. à θ du Lion; comète comparée le 22 juin.
165. 48. 21	16. 34. 30	3	θ	Lion, déduite de la *Conn. des T.*; comète comp. direct. le 22 juin.
176. 4. 24	9. 36. 37	6	A	Vierge, milieu entre Flamst. et Mayer; comète comp. le 27 juin.
178. 38. 12	9. 53. 44	5	*o*	Vierge, milieu de même; comète comparée le 27 juin.
352. 30. 36	43. 10. 51	4	κ	De la main d'Andromède, déduite de Flamsteed.



OBSERVATIONS

OBSERVATIONS DE HUIT MILLE ÉTOILES BORÉALES,

Faites à l'Ecole Militaire, avec un quart de cercle mural de 7½ pieds de rayon.

PAR JÉROME DE LA LANDE.

SECONDE PARTIE.

J'AI publié dans les Mémoires de 1789, les observations d'environ 2000 étoiles, depuis le 10 août 1789, jusqu'au 20 octobre. Ces observations ne comprenoient que la partie du ciel visible en été et en automne. Je vais rapporter ici environ 3000 étoiles qui sont visibles en hiver et au printemps; chaque zone sera accompagnée de plusieurs étoiles, dont les ascensions droites ont été rigoureusement déterminées par le moyen d'une excellente lunette méridienne, placée le 18 mars 1790. L'axe a 34 pouces, et la lunette 4 pieds, avec 32 lignes d'ouverture. L'axe est percé pour éclairer l'objectif, par le centre, à la manière de Ramsden. La lunette tourne si parfaitement dans le méridien, qu'il n'y a souvent pas un quart de seconde d'erreur sur 160° depuis le midi jusqu'au nord. J'ai déja plus de mille étoiles ainsi déterminées chacune plusieurs fois, et réduites à 1790, dans les 45 premiers degrés de distance au pole; elles serviront dans la suite à déterminer toutes les autres ascensions droites,

lorsqu'on aura besoin de les calculer ; j'en rapporterai quelques-unes à chaque jour.

Le premier novembre 1789, on a parcouru la zone, qui s'étend de 27° à 35° de distance au zénit. Pour avoir les ascensions droites de toutes les étoiles, on peut se servir de γ de Céphée, dont l'ascension droite apparente étoit ce jour-là de 352° 44′ 45″ ; mais on ajoutera aux passages des étoiles plus basses que γ de Céphée, pour chaque degré 0″ 53 divisées par le cosinus de la déclinaison de chaque étoile.

Voici encore douze étoiles déterminées à la lunette méridienne, et qui donneront des positions exactes pour ce jour-là.

Une étoile du Renne à 31° 39′ qui avoit 2^h 18′ 58″,0 d'ascension droite le 19 mai 1792. Une à 35° 14′, étoit à 2^h 45′ 47″,0 le 6 juin 1791, et à 2^h 46′ 8″7 le 29 déc. 1791. Une autre de la Giraffe à 31° 51′ avoit 7^h 21′ 11″6 le 20 mars 1792. Les suivantes ont été observées plusieurs fois, et réduites à 1790. J'y ai ajouté le changement annuel. Ces ascensions droites moyennes sont tirées du catalogue dont j'ai parlé, et que je publierai dès que toutes ces étoiles auront été observées et réduites chacune plusieurs fois, avec un accord suffisant ; celles que je vais employer ici sont rangées par ordre dans la *Connoissance des Temps* de 1795, pag. 244 et suivantes. Celles qui peuvent servir pour la première partie de ces observations (*Mémoires de l'Académie* 1789) seront rangées dans la Connoissance des Temps de 1796.

		Dist. Z.	Asc. droite.	Pièces.
	h ′	° ″	d ′ ″	″
Etoile du Renne. . .	3 45	33 53	56 20 8	178,31
du Renne	3 51	31 23	57 50 38	145,46
50 de Céphée, Hével.	4 21	31 54	65 26 48	158,81
23 Giraffe, Hével. .	6 10	30 51	92 31 52	157,32
24	6 29	28 19	97 18 12	134,31
25	6 45	33 52	101 12 42	179,21
de la Giraffe. . . .	7 30	31 7	112 45 20	151,17
	7 41	34 8	115 34 57	194 16
	7 52	27 28	118 10 22	118,99

Le 11 novembre, il y a plusieurs étoiles connues, et à différentes hauteurs propres à déterminer les inégalités du plan du mural. On en verra le résultat ci-après.

La 39ᵉ de Céphée dans Hévélius, à 37° 16′, avoit le 5 août 1791, 23ʰ 27′ 51″, 8, et 33″4 le 26 avril 1792. Il y a aussi une étoile du Renne, à 3ʰ 41′ et 34° 21′, dont l'ascension droite moyenne en 1790, étoit 55° 20′ 27″, et la précession 185″,78.

Le 19 novembre, de 34° à 40°. Nous avons quelques étoiles qu'on peut comparer aux suivantes, qui sont réduites à 1790.

	H. S.	D. M.	D. S. M.	S.
				Variation.
Etoile Polaire.....	0 50	39 18	12 34 23	+ 183,50
36 Céphée, Hévél.	22 54	34 20	343 51 18	— 2 10
γ de Céphée......	23 31	27 37	352 42 48	+ 35 47

La 32ᵉ de Céphée dans Hévélius, à 36° 10′ du zénit, avoit le 5 août 1791, 22ʰ 27′ 55″, 8 d'ascension droite.

Le 26 novembre, la pendule retardoit de 15″. Nous avons beaucoup d'étoiles voisines du pole, entre 40 et 49° de distance au zénit. On peut les comparer à β de la petite Ourse, 222° 50′ 40″, suivant les observations du C. Delambre, et les nôtres; mais en montant, il faut ôter par degré 0″,50, si c'est au-dessous du pole, et les ajouter pour les passages au-dessus du pole, et cela pour chaque degré, en divisant ce nombre par le cosinus de la déclinaison de l'étoile qu'on veut connoître. On peut aussi partir de γ de Céphée 352° 44′ 24″, en ôtant des passages au-dessous du pole 0″454 par degré. Les passages au fil du milieu, soit 23ʰ 30′ 30″,3, et 2ʰ 51′ 47″,0 en employant les autres fils. On a aussi la 36ᵉ de Céphée, à 47° 52′. La 34ᵉ de Céphée dans Hévélius, à 49° 3′, qui avoit le 15 mars 1791, 22ʰ 47′ 41″,4

et la 39e, à 44° 57′, 23h 27′ 51″,8 le 5 août 1791. Voici enfin deux autres étoiles réduites à 1790.

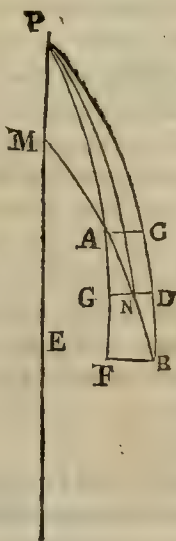
	H. S.	D. S	D. S. M.	S.
23 δ de la petite Ourse.	6 40	44 32	279 57 12	— 38,6
24.	6 48	44 11	281 57 52	— 31,[illegible]

Ces étoiles circompolaires exigent une grande attention pour trouver les ascensions droites par les passages, c'est-à-dire, pour tenir compte des erreurs du plan du mural à différentes hauteurs. Je vais donner un exemple de la méthode qu'on peut suivre ; mais ces nombres pourront être rectifiés en calculant avec plus de précision les ascensions droites de quelques-unes de ces étoiles. Le passage de l'étoile polaire $0^h\ 46'\ 51''$, et le passage de β de la petite Ourse sous le pole $2^h\ 51'\ 47,''\frac{1}{2}$ différent de $2^h\ 4'\ 56'',\frac{1}{2}$, tandis que les ascensions droites dans le catalogue de Lacaille, ne diffèrent que $2^h\ 0'\ 32'',\frac{1}{2}$; ainsi, il y a $4'\ 24''$ à ajouter au passage de l'étoile polaire, pour avoir celui qu'on devroit comparer avec le passage de β, si l'on vouloit trouver l'ascension droite de la polaire, par le moyen de celle de β. Ces $4'\ 24''$ multipliées par le sinus de la distance au pole, donnent $8'',4$ en arc de grand cercle (exprimé en temps), et cette différence d'erreurs ou de deviations répond à 16° 47′ de différence en déclinaison qu'il y a entre ces deux étoiles. Supposons la proportionnelle ; alors pour trouver l'ascension droite d'une autre étoile, par le moyen de celle de β de la petite Ourse, il faudra pour les étoiles qui sont plus près du zénit, et dans la partie supérieure de leur cercle, ajouter aux passages observés, une demi - seconde pour chaque degré, en divisant cette quantité par le cosinus de la déclinaison de l'étoile, dont on cherchera l'ascension droite. Cette correction devra se retrancher du passage observé pour les étoiles qui sont à la partie inférieure de leur parallèle. Les passages ainsi corrigés et comparés avec celui de β, donneront les différences d'ascension droite, par rapport à celle-

ci, prise toujours pour terme de comparaison. Si c'est une étoile plus basse que β de la grande Ourse, mais qui soit comme elle dans la partie inférieure de son parallèle, il faudra ajouter la correction au passage de l'étoile plus basse, avant de le comparer au passage de β.

Prenons pour exemple l'étoile qui a passé à $1^h\ 34'\ 14''$, et à $42^\circ\ 21'$ de distance au zénit, c'est-à-dire, $13^\circ,7$ plus haut que β de la petite Ourse. Il y a $6'',8$ à diviser par le sinus de $1^\circ\ 14'\ 5''$ de distance au pole, c'est $5'\ 29''$ à ôter du passage observé, qui devient $1^h\ 28'\ 45$; il diffère du passage de β de $1^h\ 23'\ 2''$, ce qui fait $20^\circ\ 45'\ 30''$; cette différence ôtée de l'ascension droite de β, il vient $202^\circ\ 5'\ 30''$ pour l'ascension droite de la nouvelle étoile. Comme c'est une des plus voisines du pole, cette détermination est aussi une des plus délicates.

On pourroit partir de l'étoile polaire pour faire ces comparaisons; mais alors la règle seroit fort différente pour les corrections.



Soit AB le plan du quart de cercle qui diffère un peu du méridien ME. Les deux étoiles A et B, dont les passages diffèrent trop ou trop peu, et cela d'une quantité APB, cette quantité multipliée par le sinus de la distance au pole PA, donnera l'arc AC, qui répond à la distance AB des deux étoiles. Soit une autre étoile N à une distance BN de l'étoile B; on dira sin. AB : sin. BN :: AC : ND; on divisera ND par le sinus de PN, et l'on aura l'angle NPD, on le convertira en temps, et ce sera la correction à faire au passage de l'étoile N, pour avoir le passage en D sur

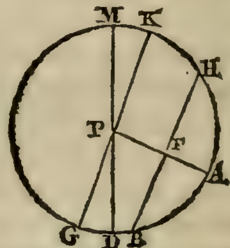
le cercle horaire PDB; ce passage comparé avec celui de l'étoile B, donnera l'ascension droite de l'étoile N.

Cela suppose que le mural est exactement plan dans l'intervalle AB, mais si intervalle n'est que de quelques degrés, l'erreur ne sauroit être sensible.

Si on vouloit prendre l'étoile A pour terme de comparaison, il faudroit chercher BF et NG, au lieu de AC et ND, la correction seroit différente, mais on auroit toujours le même résultat, puisqu'il est déterminé par les deux étoiles prises ensemble.

Je me suis servi de l'ascension droite de l'étoile polaire, et pour l'avoir avec toute la précision possible, j'ai choisi les observations faites à l'instrument des passages de Greenwich, au-dessous du pole, et j'ai trouvé l'ascension droite moyenne pour le commencement de 1790, 12° 33′ 45″ plus grande de 1′ 58″ que celle qui résulte du catalogue de Lacaille, d'après les calculs rigoureux du C. Delambre (*Connoissance des Temps* 1790, pag. 219).

Ces observations de M. Maskelyne, au-dessus et au-dessous du pole, ne donnent pas la même ascension droite, mais le milieu doit le donner exactement. En effet, supposons que la lunette décrive le cercle HB, au lieu du vrai méridien MPD, et que l'étoile polaire observée en H et en B nous ait donné deux ascensions droites différentes, dont le milieu tombe sur la perpendiculaire PFA; le cercle de déclinaison KPG, parallèle sensiblement à HB, est celui auquel se rapporte l'ascension droite, qui tient le milieu entre les deux observations H et B.



C'est celle que l'on auroit trouvée, si la lunette avoit décrit le cercle horaire KPG, et c'est à très-peu-près la véritable ascension droite de l'étoile polaire. En effet, les diffé-

rentes étoiles auxquelles on la compare, approchent plus de ce cercle horaire K P G que de tout autre, puisqu'elles sont observées sur le cercle HB, qui n'est pas un cercle horaire, mais qui le coupe et qu'on rapporte autant qu'il est possible à un cercle horaire, quand on prend le milieu entre tous les résultats que donnent les différentes étoiles. On détermine l'heure de la pendule par des passages d'étoiles, dont l'ascension droite est bien connue; elles donneroient toutes exactement la même chose, si elles étoient toutes observées sur le cercle horaire KG, et l'étoile polaire elle-même s'accorderoit en K et en G.

Mais observées sur le cercle HB, les unes donnent plus, les autres moins, et en prenant le milieu, on suppose un cercle horaire qui partage les différences, et c'est KG, puisqu'il donne pour l'étoile polaire, et donneroit pour toutes les autres la même ascension droite.

Ainsi, le 8 mars 1784, M. Maskelyne, observa l'étoile polaire sous le pole, et le 11 mars au-dessus, en reduisant les deux passages au même jour, je trouve 8″,7 de différence, ce qui prouve que la lunette passoit à 2″ de degré à l'occident du pole. En comparant 10 étoiles bien connues, observées le 11, et dont les extrêmes ne diffèrent pas de 1″ de temps, c'est-à-dire, une demi-seconde en plus et en moins, je trouve l'ascension droite apparente 12° 5′ 22″,5; l'abération et la nutation faisoient 12′ 53″,6. Ainsi, la moyenne étoit 12° 16′ 16″ plus grande de 1′ 58″ que celle du catalogue.

J'ai calculé des observations de 1785 et 1786, dont le milieu donne la correction, 2′ 56″; la différence de ces résultats est absolument insensible pour l'étoile polaire, et l'on a lieu d'être étonné de cet accord. Ainsi, l'ascension droite pour le commencement de 1790, peut être supposée 12° 34′ 25″.

La position de l'étoile polaire étant très-bien connue, on peut lui comparer les autres étoiles circompolaires, pourvu qu'on ait déterminé par une autre étoile au-dessus ou au-

dessous la direction du plan mural aux environs du pole. Voici le résultat des observations du 11 novembre, par le moyen de γ de Céphée, β de Cassiopée, l'étoile polaire, ε de Cassiopée, α du Dragon β et γ de la petite Ourse, η de la grande Ourse, dont les hauteurs correspondantes donnoient 15″ à l'orient, ce qui fait 8″, 1, en réduisant tout à un arc de grand cercle, quoique exprimé en temps.

Dis. z.	Deviation.
— 3°	9″,4 occ
+ 9	8 5 occ.
14	5 2 occ.
27	2 6 ori.
39	6 8 ori.
41	5 0 ori.
56	10 0 ori.
66	9 9 ori.
81	8 1 ori.

Ainsi, les erreurs qui sont dans la table ci-jointe, doivent être divisées par le cosinus de chaque déclinaison, pour avoir l'effet qui en résulte sur les passages et les ascensions droites des différentes étoiles.

D'après cette table, j'ai jugé qu'il falloit éloigner le reticule du limbe de 8″, et pousser le limbe vers le mur, de 16″ de temps; mais je n'ai fait cette opération que le 24 février 1790, après avoir surmonté les obstacles qu'on avoit mis à la continuation de ce travail, comme je le dirai bientôt.

Le 16 et le 18 décembre, il y a peu d'étoiles; on se servira du passage de γ de Céphée, qui est le même pour les beaux jours : savoir, 23ʰ 30′ 28″, 9, en ôtant des passages sous le pole, 0″, 454 par degré au-dessus de 54° 38′. L'ascension droite apparente de γ de Céphée, étoit ce jour-là, 352° 43′ 48″. Il y a aussi ζ de la petite Ourse, 52° 40′, qui le premier janvier 1790, avoit 237° 58′ 35″, la précession est — 36″,91; et la 17ᵉ que l'on trouvera ci-après, qui a passé à 54° 56′.

Le premier janvier 1790, la pendule qui avoit été arrêtée, est remise en mouvement. Ce jour-là il y a beaucoup d'étoiles circompolaires qu'on peut déterminer en partant de γ de Céphée, 352° 43′ 30″. Le pasage de l'étoile polaire qui avoit 12° 37′ 58″ d'ascension droite, m'a fait voir qu'il falloit ôter des passages sous le pole, 0″, 566 pour chaque degré, dont une étoile seroit plus haute que 54° 38′ distance au

zénit

zénit de γ Céphée. Voici d'autres étoiles de ce jour-là, réduites à 1790.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
a de la petite Ourse.	2 28	54 28	217 2 21	— 4,82
β.	2 51	56 5	222 52 14	— 4,90
θ.	3 38	53 3	234 29 43	— 29,68
19 de la petite Ourse. .	4 17	54 42	244 15 23	— 28,59
η de la petite Ourse. .	4 24	54 52	245 57 50	— 28,77
76 du Dragon.	8 57	49 21	314 11 49	— 53,22

La 77ᵉ du Dragon avoit le 16 avril 1791, $21^h\ 9'\ 18'',7$, le 5 août $28'',3$, et le 28 juin 1792, 27,2 d'ascension droite apparente. Il y a encore ε de la petite Ourse, qu'on verra ci-après, et à 55° 44′ une étoile qui, le 15 mars 1791, avoit $18^h\ 39'\ 39'',2$ d'ascension droite.

L'étoile η de la grande Ourse a passé au-dessus et au-dessous du pole à la même seconde. Mais vis-à-vis du pole, la lunette est trop à l'orient d'environ une minute et demie de degré, ce qui ne feroit que 6″ de temps vers l'équateur.

Le 18 janvier, la pendule fut encore remise en mouvement. Pour déterminer les ascensions droites ce jour-là, on peut se servir de γ de Céphée, 352° 43′ 12″, en ôtant des passages au-dessus de $54°\frac{1}{2}$, $0'',59$ divisé par le cosinus de chaque déclinaison. Mais voici plusieurs étoiles déterminées pour 1790, outre celles qu'on a déja vues ci-dessus, β, ζ, η et θ de la petite Ourse.

	H. M.	D. M.	D. M. M.	S.
6 de la petite Oourse.	2 45	58 15	221 12 56	+ 3,42
11, γ 1 de la pet. Ourse	3 17	58 30	229 20 39	— 2,43
13, γ 2 de la per. Ourse	3 21	58 31	230 17 46	— 3,09
17 de la pet. Ourse.	4 0	54 56	240 2 36	— 24,59
ε de la petite Ourse.	5 8	48 45	257 0 56	— 99,63
44 χ du Dragon. . . .	6 25	58 27	276 12 5	— 17,76
du Renne.	14 40	57 31	42 24 6	+ 91,74

	D. M.	H. M. S.
La 10e de la petite Ourse, à	56 24	15 6 28,3 le 31 Mai 1791
		15 6 24,5 le 27 Fév 1793
		15 6 27,5 le 15 Avril 1793
Une étoile à	40 11	5 35 32,8 le 19 Mai 1792
La 59e du Dragon	54 54	19 16 46,2 le 19 Août 1790
La 60e	58 8	19 19 33,3 le 16 Juin 1790
ρ de Céphée.	53 21	22 27 45,0 le 15 Mars 1791
π de Céphée.	56 50	23 1 23,5 le 15 Août 1791

On a aussi observé ce jour-là une étoile de la petite Ourse, de 7e grandeur, beaucoup plus voisine du pole que l'étoile polaire; son ascension droite pour 1790, est 82° 55′ 10″; et la déclinaison 89° 4′ 9″.

Les 18 et 19 janvier, où l'on observoit au-dessous du pole, il y a 92 étoiles qui avoient été observées au-dessus, dans les mois de septembre, d'octobre et de novembre; mais les grandeurs des étoiles y sont estimées différemment; celles qu'on supposoit de sixième grandeur, sont estimées de 7e, lorsqu'on les voit plus basses, et sur-tout dans les vapeurs qu'il y a presque toujours en hiver. Celles de 5e grandeur ne paroissent plus que de 6e.

Le 19 janvier, il y a beaucoup d'étoiles circompolaires, entre 55 et 65 degrés de distance au zénit, qu'on peut comparer à γ de la petite Ourse et α du Dragon; la première avoit 230° 17′ 17″ d'ascension droite, ce qu'on trouve en ajoutant 14″ au catalogue de Lacaille, d'après les observations du C. Delambre; la seconde, 209° 40′ 22″: j'ai ôté 11″ du catalogue. En partant de γ de la petite Ourse, on ajoutera aux passages des étoiles, plus basses que 58°½ sous le pole, 0″,268 par degré, en divisant la quantité par le cosinus de la déclinaison de chaque étoile.

Ce jour-là nous avons α et β de la petite Ourse, les étoiles 6, 11 et 13 de la même constellation, rapportées ci-dessus, la 16e de Céphée, dont l'ascension droite étoit le 15 août 1791, de 21h 56′ 17″,2, et de plus toutes les

étoiles suivantes réduites à 1790, chacune par plusieurs observations.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
3 de la petite Ourse. . . .	2 6	55 30	211 21 15	+ 5,28
9	3 0	58 30	225 4 32	+ 0,74
14	3 25	56 53	230 50 12	— 9,01
ζ du Dragon.	5 8	65 5	257 3 2	+ 2,19
4 + 2 du Dragon. . . .	6 0	59 4	269 42 33	— 15,74
δ	7 14	63 47	288 6 51	+ 10,48
ε	7 49	61 21	297 11 57	— 2, 3
β de Céphée.	9 26	61 26	321 28 6	+ 12,32
11	9 39	60 44	324 41 29	+ 13,53
24 de Céphée.	10 6	53 46	331 25 28	+ 17,62
80 du Dragon.	10 6	60 0	331 31 0	+ 17,27
δ de Cassiopée	13 12	71 55	18 3 19	+ 56,43
g de Cassiopée.	13 27	61 31	21 43 57	+ 65,94

Le 20 janvier, j'ai abandonné les étoiles circompolaires, pour reprendre la zone des étoiles qui passent vers le zénit, et qui avoit été interrompue les 12 et 19 août à 2^h d'ascension droite, à cause du crépuscule; on a eu quelques étoiles de Persée et du Cocher. Pour les déterminer, on a α de Persée, qui avoit $47^\circ\ 21'\ 48''$, et δ $52^\circ\ 1'\ 6''$; il faudra ôter $0'',5$ par degré des passages observés au midi de α de Persée, et les ajouter aux passages des étoiles qui sont du côté du pole; cette quantité toujours divisée par le cosinus de la déclinaison.

Mais voici les ascensions droites moyennes de plusieurs étoiles, pour le premier janvier 1790, déterminées à la lunette méridienne. La première étoile a passé à $89^\circ\ 27'$, c'est-à-dire, $33'$ du côté du midi.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
θ de Persée.	2 30	89 27	37 29 10	59,76
31	3 4	0 26	46 4 0	62,89
α	3 8	0 13	47 21 11	63,04
34	3 15	89 53	48 36 25	63,17
δ	3 28	88 13	52 0 42	63,02
43	3 41	1 12	55 16 2	65,71
47	3 51	0 53	57 45 6	66,07
59 du catalogue de 1712.	4 3	0 39	60 52 49	66,63
27 du Cocher.	5 30	0 50	82 24 34	69,46
46	6 9	0 29	92 10 37	69,37
57	6 32	0 7	97 54 18	68,86

Ce jour-là M. Prévôt a dérangé l'objectif de la lunette, et emporté l'oculaire, pour interrompre le cours de nos observations ; mais il n'a pas trouvé comme les ennemis de Tycho, un ministre qui ressemblât à Walkendorp. M. de la Tour-du-Pin m'en a fait prompte justice, et m'a mis en état de continuer ce travail. Son successeur, M. du Portail, m'a complètement affranchi de pareils dangers, en m'établissant seul directeur de l'observatoire de l'Ecole-Militaire.

L'erreur après le 20 janvier n'est plus la même pour les hauteurs ni pour les passages ; mais en comparant les hauteurs des étoiles observées le 20 janvier avec les hauteurs des mêmes étoiles observées en février, on voit que l'erreur qui étoit de 1′ 30″ additive aux distances au zénit est devenue 40″ soustractive. Un verre qui n'est pas parfaitement centré, ne peut éprouver le moindre changement, sans que l'axe optique de la lunette n'éprouve une variation.

Le 17 février, la lunette étoit de 22″ de temps de trop à l'orient vers le zénit, à la hauteur de η de la grande Ourse, ce qui fait 14″ en temps de l'équateur, et à 75° du zénit, où se trouve β de Cassiopée ; elle étoit de 57″ à l'orient, ce qui fait 30″, 2 en temps de l'équateur. Pour déterminer les étoiles de ce jour-là, on peut partir du passage de η, 13h 39′ 10″, 5, et ajouter aux passages des étoiles plus basses ou plus voisines du pole, 1″, 09 par degré, sans diviser par le cosinus de la déclinaison ; cette quantité suppose l'ascension droite de γ de la grande Ourse, 175° 40′ 58″, et celle de η 204° 48′ 50″.

Voici des ascensions droites observées à la lunette méridienne, qui pourront aussi servir à trouver toutes les autres.

	D. M.	H. M. S.	
Des Chiens de Chasse . .	0 30 midi.	12 45 23,7	16 Avril 1791.
Des Chiens de Chasse . .	1 31 midi.	12 47 35,3	
Des Chiens de Chasse . .	2 16 midi.	13 34 4[illegible],7	
Du Bouvier.	3 6 nord.	13 55 2[illegible],5	

Enfin, voici d'autres étoiles déterminées de même plusieurs fois, et réduites à 1790, pour servir au même objet.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
De Céphée.	9 58	1 49	149 36 16	+ 58,43
De la grande Ourse. . .	10 15	1 5	153 45 3	56,61
De la grande Ourse. . .	11 4	1 26	166 11 45	51,87
21 Des Chiens de Chasse.	13 9	1 56	197 19 9	38,70
24 Des Chiens.	13 26	1 15	201 27 45	37,25
44 du Bouvier.	14 57	89 38	224 12 58	30,24

Le 19 février, on a un peu touché à l'objectif, et l'erreur étoit fort diminuée, α de Persée ayant été observée en haut et en bas, la lunette étoit trop à l'orient de 17″ vers le zénit, et de 55″ à l'occident à 82° de distance au zénit, ce qui fait 11′ et 25″ en temps de l'équateur. L'erreur des hauteurs est 1′ 35″ à ajouter aux distances au zénit. On peut déterminer les ascensions droites d'environ 200 étoiles observées ce jour-là, en partant de η, et ajoutant aux passages des étoiles plus basses 0,867 par degré, sans diviser par le cosinus de la déclinaison. Il y a aussi une étoile du Lynx à 4° 10″ du zénit, qui avoit 6h 49′ 2″,6 d'ascension droite le 17 mars 1791. La 21e du Lynx à 0° 44′, qui avoit 7h 10′ 56″,0 le 17 mars, et une étoile des Chiens de Chasse à 2° 54′ du zénit, qui avoit 13h 39′ 21″,6 d'ascension droite le 16 avril 1791. La 5e des étoiles du jour précédent, à 1° 46′ du zénit; enfin, les deux étoiles suivantes réduites à 1790.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
25 de la grande Ourse. . .	9 20	4 5	140 4 52	65,07
Des Chiens de Chasse. .	13 36	4 14	203 56 14	35,19

Le 20 février, on a changé l'objectif pour diminuer les erreurs. Il y a 4 étoiles observées la veille, qui serviront à déterminer les autres. On peut supposer d'après l'observation du jour suivant, que η a passé à 13h 59′ 44,8 le 20 fé-

vrier, et ôter des passages des étoiles plus basses que η, o″, 214 par degré. Mais voici 4 étoiles observées plusieurs fois à la lunette méridienne, et réduites à 1790.

	H. M	D. M	D. M. S.	S.
De la Chèvre.	5 24	4 30	81 4 41	72,74
ξ du Coc. ou 32 de la Gir.	5 37	6 45	84 19 0	75,19
δ du Cocher.	5 42	5 22	85 33 30	73,79
Du Lynx.	6 17	6 36	91 15 38	75,14

Ce jour-là, il faut ajouter 1′ 18″ aux distances au zénit, et de même dans toute la suite de ces observations, parce que à compter de ce jour-là, il n'y a pas eu de changement, et que cette dernière quantité a été déterminée par un nouveau retournement du mural, le 26 juin 1791, par 40 étoiles voisines du zénit.

Le 21 février, nous avons 227 étoiles, entre 6 et 8° de distance au zénit, en partant de β de la grande Ourse, qui a passé à 10ʰ 49′ 33″, 5, et dont l'ascension droite apparente étoit 162° 16′ 18″,6. On ajoutera aux passages des étoiles plus basses o″, 214 par degré, sans diviser par le cosinus de la déclinaison.

Ce jour-là, je me suis assuré que la pendule avançoit de 18″, 4 sur le temps sidéral. En diminuant les passages observés, de cette quantité, et les comparant aux ascensions droites calculées, j'ai trouvé les déviations de la lunette en temps, pour différentes hauteurs, comme dans la table ci-jointe. Ces temps sont les erreurs des passages, multipliées par le cosinus de chaque déclinaison, pour les avoir telles qu'elles seroient dans l'équateur, c'est-à-dire, sur une échelle commune, et qu'il faut diviser par le cosinus de chaque déclinaison, pour avoir la différence qui s'observeroit effectivement.

Dist. Z.	Déviat. le 21.
1ᵈ 29′	7″,3 occid.
8 37	5 3
14 0	4 3
16 30	3 0
42 55	7 5 orient.
54 38	6 8
73 5	9 7
85 11	7 0
86 22	5 8

Voici encore les positions des 7 étoiles principales de la grande Ourse, réduites à 1790, et qui peuvent se voir pour ce jour-là, puisqu'elles ont toutes été observées.

	H. M	D. M.	D. M. S	S.
β grande Ourse.	10 50	8 37	162 15 45	55,65
α grande Ourse.	10 51	14 0	162 59 17	57,70
γ grande Ourse.	11 43	5 59	175 40 33	48,18
δ grande Ourse.	12 5	9 19	181 14 18	45,61
ε grande Ourse.	12 45	8 13	191 11 17	40,05
ζ grande Ourse.	13 16	7 9	198 51 59	5[illegible],[illegible]0
η grande Ourse.	13 40	1 29	204 48 57	55,8[illegible]

Le 24 février, pour diminuer les erreurs en haut, et rendre l'axe optique de la lunette parallèle au limbe, nous avons éloigné le réticule du limbe, et dirigé le quart de cercle plus à l'occident, alors les erreurs sont devenues comme dans la table ci-jointe. En partant de δ de la grande Ourse, dont le passage peut être supposé $12^h\ 5'\ 3''$,1, et l'ascension droite $181°\ 14'\ 47''$; il faut ôter des passagos des étoiles plus voisines du zénit $1''$,261 par degré, ou ajouter à ceux des étoiles plus basses $0''$,851 par degré, sans diviser par le cosinus de la déclinaison; ces deux quantités ne sont pas les mêmes, parce qu'il paroît que le plan du mural se plie moins au-dessous de 9^c que vers le zénit.

D.	S.
0	3,0
6	6,4 orien
$8\frac{2}{3}$	7,5
$9\frac{1}{3}$	7,9
14	9,0
43	10,7
54	5,0
69	4,3
73	2,2 ori.
$78\frac{1}{2}$	1,0 occi.
$86\frac{1}{3}$	3,3 occi.

Mais les étoiles de la grande Ourse, observées ce jour-là, et que je viens de rapporter, rempliront le premier objet.

On trouve parmi les étoiles du même jour θ de la grande Ourse, dont le mouvement est très-sensible, comme on le verra dans mon mémoire sur le mouvement propre des étoiles.

Le 25 février 1790, nous n'avons que 25 étoiles ; nous pouvons supposer le passage de δ de la grande Ourse $12^h\ 5'$, $3''$, 7, et y rapporter les autres étoiles, en faisant les mêmes

corrections que la veille. Voici encore deux étoiles déterminées pour 1790.

	H. M	D. M.	D. M. S.	S.
15 du Lynx.	6 39	9 48	99 45 44	78,48
18 du Lynx.	6 57	11 5	104 22 23	79,63

Le premier mars, j'ai trouvé que la pendule avançoit de 21″, 7, ainsi l'avancement augmente de 3″, 3 en 8 jours, ou de 0″, 41 par jour. Cela suffiroit pour déterminer les déviations du mural, dans tous les points où ont passé les étoiles connues. L'avancement a augmenté de même du premier au 21 mars.

Les 6 et 7 mars, on peut se servir de α de la grande Ourse, dont l'ascension droite apparente étoit 162° 39′ 57″, et qui a passé le 6 à 10h 50′ 43″,9, et le 7 à 10h 50′ 44″,3; mais par le moyen de δ de la grande Ourse, qui avoit 181° 14′ 49″ d'ascension droite, et qui a passé le 6 à 12h 5′ 7″8, et le 7 à 12h 5′ 8″,1 je trouve qu'en partant de α, il faut ôter pour les étoiles plus hautes 0″921 par degré, des passages observés, avant de les comparer avec le passage de α, ou 0″,49 divisés par le cosinus de la déclinaison de chaque étoile.

Plusieurs autres étoiles de la grande Ourse, peuvent également servir: en voici quelques-unes déterminées à la lunette méridienne, et réduites à 1790.

	H M.	D. M.	D. M. S.	S.
78 grande Ourse.	12 51	8 37	192 54 58	36,00
ι grande Ourse.	13 46	12 9	200 10 31	33,52
18 grande Ourse.	13 26	7 33	201 30 13	34,92
θ du Dragon.	15 58	10 15	239 39 36	17,13

Le 8 mars, il y a 130 étoiles qu'on peut comparer avec α de la grande Ourse, et avec α du Dragon, dont l'ascension

cension droite étoit 209° 40′ 59″, et qui a passé à 13h 58′ 45″,7. En partant de celle-ci, on ôtera des étoiles plus hautes 0″,75 par degré, en divisant par le cosinus de la déclinaison. Cette correction est un peu plus forte que le jour précédent, mais en prenant un milieu, l'erreur sera peu sensible.

Il y a ce jour-là deux étoiles de la grande Ourse, de 5e grandeur à 12° 31′ et 16° 9′; elles ont été déterminées à ma lunette méridienne le 7 mars. La première avoit 8h 12′ 44″,4 d'ascension droite, et la seconde 8h 21′ 44″,4. Les voici réduites à 1790.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
1 o de la grande Ourse.	8 12	12 31	123 10 4	76,80
4 π de la grande Ourse.	8 21	16 9	125 25 8	81,09
α du Dragon.	13 59	16 30	209 40 35	24,37

La correction des distances au zénit, qui est + 1′ 18″ quand le fil est exactement sur le point, avoit augmenté de 10″ le 9 au matin; il faut les repartir sur la durée de la nuit.

Le 9 mars, entre 16 et 18° de distance au zénit, il y a encore environ 130 étoiles qu'on peut comparer aux mêmes étoiles, en ôtant des passages des étoiles plus hautes 0″53 par degré, cette quantité étant divisée par le cosinus de la déclinaion.

La distance au zénit de α de Persée ayant été observée le 9 et le 11 de 13′ 37″, et la déclinaison moyenne de cette étoile étant pour le commencement de 1790 à 49° 5′ 56″, j'en ai conclu qu'il faut ajouter 1′ 18″ à toutes les distances au zénit, depuis le 21 février. L'objectif n'ayant point été changé depuis ce jour-là, quoique le plan du mural ait été changé le 24.

Le 13 mars, il n'y a que 31 étoiles que l'on peut rap-

porter à α du Dragon, en supposant qu'elle a passé ce jour-là à 13^h 58′ 47″,0, et que son ascension droite étoit 209° 41′ 0″, en ajoutant aux passages des étoiles plus basses 0″,519 par degré, et divisant par le cosinus de la déclinaison. Voici encore 4 autres étoiles réduites à 1790.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
π 1 grande Ourse.	8 20	16 50	125 5 18	+ 82,36
ρ′ grande Ourse.	8 42	19 33	130 50 30	84,36
σ 1 grande Ourse.	8 50	18 49	232 25 46	82,06
σ 2 grande Ourse.	8 51	19 5	132 55 12	82,27

Le 14 mars, on rapportera les étoiles à α du Dragon, qui a passé au fil du milieu à 13^h 58′ 47″,2, en ajoutant aux étoiles plus basses 0″,519 par degré, comme le jour précédent. C'est ce que donne la comparaison de κ du Dragon.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
119 grande Our. Cat. 1712.	10 9	17 44	152 11 29	+ 67,89
38 grande Ourse.	10 27	17 55	156 51 19	63,86
3 Dragon	11 30	19 1	172 39 13	52,55
κ Dragon	12 24	22 3	186 6 7	39,91
7 Dragon	12 38	19 3	189 43 53	37,70
9 Dragon	12 51	18 50	192 58 54	35,06

Le 15 mars, il y a 120 étoiles de 19 à 23° de distance au zénit. On les comparera à κ du Dragon, dont le passage peut être supposé 12^h 24′ 22″,2, et à λ du Dragon, dont j'ai trouvé l'ascension droite 11^h 18 46″,6 par ma lunette méridienne, à γ de la petite Ourse, et à β, dont l'ascension droite étoit 14^h 51′ 29″,9, avec *b* et *a*, dont les ascensions droites étoient de 14^h 9′ 58″,0 et 14^h 28′ 11″,5.

En partant de λ, on peut ajouter aux passages des étoiles plus basses 0″,648 par degré, en divisant par le cosinus de la déclinaison.

Mais voici les ascensions droites de plusieurs étoiles de ce jour-là, réduites à 1790.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
Grande Ourse, Hévé. 1.	7 8	19 59	107 13 7	+ 90,15
Grande Ourse, Hévé. 35.	10 26	21 17	156 56 30	67,80
λ du Dragon.	11 17	21 36	169 40 57	56,21
2 du Dragon.	11 22	21 36	170 53 12	54,99
4 du Dragon.	12 20	21 28	185 11 54	40,02
6 du Dragon.	12 25	22 17	186 26 20	39,45
b de la petite Ourse. . . .	14 10	29 38	212 28 47	— 7,08

Le 16 mars, on peut comparer les 125 étoiles observées avec γ de la petite Ourse, dont l'ascension droite étoit 230° 18′ 19″, et β qui avoit 222° 52′ 29″; mais ces étoiles étant plus près du pole que les précédentes, et les différences des corrections des passages devenant considérables, j'ai pris une autre route pour tenir compte des déviations du mural. J'ai déterminé le vrai temps sidéral par des hauteurs correspondantes, et ayant trouvé que la pendule avançoit de 29″,5, j'ai comparé le véritable temps sidéral de chaque passage avec l'ascension droite connue, et les différences multipliées chacune par le sinus de la distance au pole, m'ont donné les erreurs du mural 12″,07 pour 24°, et 12″,15 pour 26°. La différence est peu considérable; elle prouve que la déviation du mural étoit à son *maximum* du côté de l'orient vers ces points-là. A 43° cette déviation est de 10″ 70, ainsi elle ne change pas considérablement.

On supposera donc le passage de γ 15ʰ 21′ 2″,4; on y ajoutera la déviation qui répond à sa distance au zénit 23° 42′, c'est-à-dire, 12″,06 divisées par le cosinus de sa déclinaison 72° 35′, on aura 40″,3, ensorte que la vraie ascension droite en temps, sera 15ʰ 21′ 13″,2; on fera la même opération sur l'étoile qu'on voudra lui comparer, en employant la déviation correspondante à son degré de distance au zénit, et l'on aura son ascension droite en temps.

Z z 2

Nous avons d'ailleurs ce jour-là plusieurs étoiles déterminées ci-dessus, λ et κ du Dragon, β, γ, *a* de la petite Ourse, deux autres étoiles du 15, enfin les 3 étoiles suivantes, dont voici la position pour 1790; pour la dernière, j'ai trois résultats bien d'accord.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
22 de la grande Ourse.	9 14	24 14	138 40 25	89,47
d grande Ourse.	9 15	21 51	138 53 54	83,65
27 grande Ourse. . . .	9 23	24 18	140 48 26	87,77

Le 17 mars, en partant de β et γ de la petite Ourse, dont les passages sont arrivés à $14^h\ 51'\ 11''{,}5$ et $15^h\ 21'\ 2''{,}5$, on peut ôter des passages des étoiles plus hautes que β, 0,678 par degré, en divisant par le cosinus de la déclinaison, ou employer les erreurs $12''{,}15$ à $23°\ 43'$ et $12''{,}56$ à $26°\ 9'$ en procédant comme dans l'exemple précédent.

Nous avons d'ailleurs ce jour-là, *b* de la petite Ourse, deux étoiles du 15, κ du Dragon, la 22e et la 27e, et les deux étoiles suivantes :

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
Etoile du Dragon.	13 32	23 25	203 2 32	+ 21,50
9 de la petite Ourse.	14 58	23 41	225 4 32	+ 0,74

Le 18 mars, il y a une étoile à $7^h\ 52'$, que l'on trouve aussi le jour suivant.

Le 19 mars, la pendule avançoit de $29''{,}8$, et cela suffiroit pour déterminer les erreurs du mural; on peut les supposer de $12''{,}2$ entre 26 et 30° de distance au zénit, du moins la différence est insensible. Mais nous avons ce jour-là les étoiles *b*, *a*, β, γ, θ, ζ de la petite Ourse, et de plus les étoiles suivantes, réduites à 1790. La première, sur-tout,

résulte de deux observations de 1791 et 1792, bien d'accord, ce qui est difficile pour des étoiles si voisines du pole.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
de la Giraffe.	7 50	27 29	118 10 22	+ 118,99
31 de la Giraffe, Hévé.	12 1	29 53	180 32 29	45,06
5 du Dragon, Hévél.	12 9	27 26	182 18 40	45,67
de la Giraffe.	13 42	30 13	205 29 44	1,10
3 de la petite Ourse.	14 5	26 42	211 21 15	5,58
20 petite Ourse. . . .	16 18	26 50	244 30 5	— 25,05
de la petite Ourse. . .	16 39	28 57	249 58 34	— 41,57
Petite Ourse.	16 52	28 28	253 9 36	— 43,29
petite Ourse	17 0	26 49	254 53 50	— 30,07

Le 20 mars, il y a 60 étoiles que l'on pourroit déterminer par l'avancement de la pendule 30″, 2, en ajoutant aux passages 12″, 2, divisées par le cosinus de chaque déclinaison. Mais voici des étoiles déterminées à la lunette méridienne, pour 1790.

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
de la Giraffe	8 5	34 3	121 41 58	+ 183,84
Giraffe	8 40	32 45	129 38 17	151,28
1 du Dragon, Hévél.	9 4	33 20	136 24 56	147,49
Etoile de la Giraffe. .	9 21	30 11	140 13 12	112,53
Giraffe	9 22	31 11	140 21 49	119,26
Giraffe	10 13	32 40	153 20 0	106,71
Giraffe	10 17	27 53	154 11 14	83,27
Giraffe	10 22	32 27	155 26 27	101,92
Giraffe	10 43	30 0	160 38 50	79,90
Giraffe	11 15	33 23	169 5 3	74,06
Giraffe	13 25	30 50	201 20 30	+ 5,72

Le 21 mars, on a observé 80 étoiles de 30 à 37° de distance au zénit, entre 7^h et 17^h d'ascension droite; l'étoile *a* de la petite Ourse à 27° 44′, me donne l'erreur 12″,89, et l'étoile de la Giraffe à 33° 20′, donne 12″,96. On peut la repartir proportionellement sur les autres degrés; et après l'avoir divisée par le cosinus de chaque déclinaison, on aura ce qu'il faut ajouter aux passages par le milieu, pour avoir l'ascension droite de chaque étoile en temps.

Au reste, nous avons ce jour-là les étoiles *b*, *a*, β, γ et ε de la petite Ourse, et encore les six étoiles suivantes :

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
Etoile de la gr. Ourse.	12 0	33 59	180 18 27	+ 45,10
32 de la Giraffe, Hévél.	12 48	35 40	191 55 47	+ 3,43
De la Giraffe.	12 48	35 40	191 57 9	+ 3,43
de la petite Ourse. . . .	13 49	34 54	207 18 38	— 38,60
Petite Ourse	15 6	34 28	226 27 15	— 78,94
Petite Ourse	16 38	30 50	249 26 24	— 35,96

Le 27 et le 28 mars, il y a 54 étoiles circompolaires, depuis 33° jusqu'à 45°, que l'on peut comparer avec une étoile de la Giraffe, qui passe à 33° 20′ de distance au zénit, et qui avoit 9^h 5′ 50″ d'ascension droite, et à l'étoile polaire qui avoit 0^h 50′ 14″. Mais il est difficile, sur ces étoiles, de repondre même de 10″ de temps pour l'ascension droite. On peut supposer les erreurs du mural ces jours-là 12″,48 à 33° 20′ et 9″,40 à 42° 55′, les distribuer proportionellement, et les diviser par le cosinus de la déclinaison de chaque étoile, pour avoir le moment de son passage au vrai méridien, en temps de la pendule. On ôtera pour l'avancement de la pendule 32″,6 le 27, et 32″,9 le 28 ; on aura le temps sidéral du passage, c'est-à-dire, l'ascension droite en temps de chacune des étoiles observées le 27 et le 28 mars.

Le 27, il y a 3 étoiles rapportées ci-dessus, aux 20 et 21, et de plus les deux suivantes :

	H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
29 de la Giraffe, Hévél.	9 57	36 24	149 4 2	181,83
30.	10 4	34 43	151 3 49	133,58

Je vais rapporter les ascensions droites de 13 étoiles circompolaires pour ce jour, et les quatre suivans, observées à la lunette méridienne, et qui pourront servir à déterminer

toutes les autres, auxquelles on peut ajouter ε de la petite Ourse.

		H. M.	D. M.	D. M. S.	S.
1	2 de la petite Ourse. . .	12 43	45 53	10 41 11	90,49
2	Du Renne.	12 52	52 12	12 58 59	68,93
3	44 de Céphée, Hével. .	12 55	52 33	13 41 26	69,33
4	Du Renne.	12 59	52 19	14 39 14	71,34
5	49 de Céphée, Hévéel. .	15 36	51 1	54 57 20	139,05
6	Du Renne.	15 41	47 51	55 20 26	185,78
7	Du Renne.	15 45	48 19	56 20 10	178,31
8	de la Giraffe.	16 21	55 39	65 13 29	116,50
9	50 de Céphée, Hével. . .	16 22	50 18	65 26 48	158,81
10	19 de la Giraffe, Hévél.	16 48	52 9	72 5 0	143,92
11	51 de Céphée, Hévél. .	17 57	43 49	89 22 25	468,12
12	1 du Dragon, Hévél. .	21 6	33 20	136 24 56	147,49
13	κ de Céphée.	20 16	54 2	303 54 54	−26,60

Le 29 mars, et les jours suivans, nous avons sous le pole plusieurs étoiles qui avoient été observées au-dessus le 16 octobre 1789, et jours suivans.

Le 29, il y a 50 étoiles entre 41 et 50° de distance au zénit; on peut se servir de l'étoile polaire, et d'une étoile du Renne, qui a passé au 3ᵉ fil à 15ʰ 50′ 23″, ce qui donne pour le milieu 15ʰ 47′ 1″; son ascension droite étoit 3ʰ 45′ 22″ par la lunette méridienne; d'où il suit que l'erreur étoit 8″, 25 à 48° 19′, étant de 12″,48 à 42° 55′. La pendule avançoit de 37″,7; d'où l'on peut conclure l'ascension droite de chaque étoile. Les étoiles 1, 6, 9 et 11 de la table précédente, serviront aussi pour ce jour-là

Le 31 mars, on a observé 83 étoiles entre 49 et 52° de distance au zénit; les étoiles 2, 3, 4, 5, 8 et 9 pourront servir; la 4ᵉ donne 4″,9 pour l'erreur du mural à 52° 19′ de distance au zénit; l'étoile polaire donne 10″,44 pour 42° 55′; on aura par-là les erreurs des points intermédiaires. Ces erreurs, divisées par le cosinus de chaque déclinaison, donnent ce qu'il faut ôter des passages de chaque étoile, avant de les comparer aux étoiles dont je viens de donner les ascensions droites, et dont il faut corriger de même les pas-

sages. L'étoile n° 10, est sur le petit atlas de Flamsteed; elle avoit déjà été observée le 20 octobre au-dessus du pole, et elle a été déterminée deux fois à lunette méridienne.

Après l'accident du 22 janvier 1790, il y a eu un changement dans l'intervalle des fils du mural, et après le mois de février, j'ai trouvé 25″,19 et 24″,81 ; celui-ci est le second, quand le mural est au nord, et que les astres sont au-dessus du pole, comme dans toutes les observations suivantes.

On ne trouve point ici les hauteurs du thermomètre et du baromètre; les inégalités qui en résultent pour les réfractions ne sont pas bien sensibles au-dessus du pole; mais si l'on vouloit en tenir compte, on le pourroit, par le moyen des observations qui se font tous les jours à l'observatoire; elles se publioient alors dans le journal de Paris, et dans le journal général de France. Depuis 1792, elles sont dans le journal appellé *Abréviateur*, rédigé par le C. Brotier, et qui se trouve rue des Mathurins, vis-à-vis celle des Maçons.



OBSERVATIONS

OBSERVATIONS

DES ÉTOILES BORÉALES DANS LE MÉRIDIEN,

Entre le pole et le 45e degré, au quart de cercle mural de l'École Militaire; latitude 48° 51′ 6″.

Observations du premier novembre 1789.

Noms des constellations.	Gr. des étoil.	PASSAGES DES ETOILES. Prem. fil.	Milieu.	3e. fil.	Dist. au zén. vers le nord. Ajoutez 1′ 30″.
		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
Céphée.	7.8	21 37 12,5	39 39,7	42 8	31 20 35
	7	21 47 19	49 39,5	52 1,2	30 50 48
	8	21 49 2,2	51 22	53 43	30 48 9
	6	21 54 24	56 39,2	58 54,7	30 25 33
	8	21 [illegible]		55 52,3	29 40 30
	6.7	21	[illegible]	56 18	30 4 49
	7.8	22	4 15,5	7 14,2	32 58 20
	8	22	4 23	7 21,2	32 58 21
	8	22 7 43,4	10 35,7	13 29,5	32 44 38
	6	22 21 14	23 52	26 30,5	31 59 9
	6	22	25 31,2	27 51,5	30 44 59
	6	22 35 40,5	38 10,5	40 39,6	31 24 47
	6	22 39 17	41 33	43 49	30 27 0
	6	22 44 15	46 29,5		30 22 23
	7	22 48 2	50 15	52 28,2	30 14 13
	6	22 52 44	54 57 0		30 20 2
	6	22 54 37,5	57 7,2	59 27	30 16 9
	8	23 0 10	2 29	4 45	30 37 9
	6.7	23 0 23	2 40	4 58,5	30 33 6
	7.8	23	7 44	10 29,5	32 21 53
	7.8	23		7 54,5	32 33 40
	7.8	23 9 52	12 36,5	15 21,5	32 17 23
γ de Ceph.	3.4	23 28 49,8	30 36,2	32 24	27 34 50
β de Cass.	2.3	23 57 19,7	58 7	58 54,5	9 6 57
5 Ch. de C.	6	0 13 6,8	13 48,2	14 30	78 19 11
Céphée.	6	0 21 17,8	24 4,5	26 51,5	32 26 50
		0 30 37	33 13,5		31 56 0
		0 32 27	35 41	38 55,9	33 40 40
		0 36 45	41 42	46 38	36 14 12
Renne.	6	0	51 55,2	53 46	30 0 4
	5	0	54 25,8	56 52,6	29 39 53
	6	0	58 16	0 26	29 54 10
	6	1		2 5	30 51 37
	6	1		2 29	30 53 38
	8	1 8 14,5	11 8,5	14 2	32 48 19
	6	1 15 43	18 14	20 45	31 27 50
	7	1 22 21	24 35		30 17 58
	6	1 24 54,5	28 16		31 25 59
	6	1 25 20	28 47		31 25 42
Renne.	6	1	8	33 31	32 1 17
	7	1 41 1	43 21,5		30 45 19

1789.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
1 nov.					+ 1 30
Renne.	5	1 41 43	*	46 40	31 23 22
	5.6	1 42 14		47 19	31 34 33
	6	1	45 48		33 40 5
	7	1	55 30	57 52	30 51 0
	6	1 59 37,5	62 59	66 22	33 59 20
	8	2		10 58	31 48 35
	5	2 15 43	18 16	20 49,5	31 38 49
	7	2 25 20	27 54,5	29 49	30 19 46
	6	2 33 3	36 4,5		33 10 9
	4.5	2		42 30,5	31 44 30
	5	2	44 41		35 13 55
	7	2	49 47	51 33	32 27 27
	8	2 57 44	60 26		32 8 54
	8	3	2 33		33 43 53
	8	3	11 50		33 52 25
	8	3	14 49		30 44 6
	8	3	26 9		32 20 25
Cép. Hév.	7	3	26 59		32 2 25
49	4.5	3	35 23	37 50,5	31 11 32
	6	3 40 45		45 31	31 3 48
	5	3 41 24		48 7	33 53 31
	4.5	3 48 29,5	50 57	53 26	31 23 26
	7	3 50 36	53 7		31 30 26
	7	3 57 35	60 3,5		31 29 23
	7	4 6 17	9 37	12 58	33 58 45
	7	4 9 20	12 39,5	15 59	33 53 15
Giraffe.	4	4 18 40,5	21 17	24 55	31 54 21
	7	4	24 37,5		31 59 53
	6.7	4		47 44	34 45 19
	7	4	52 0,5	54 36,5	31 55 21
	7	4 55 10	57 31,2		30 44 18
La Chev.	1	5 0 41,5	1 17	1 53,5	86 53 14
Giraffe.	7.8	5 11 46	15 2	18 18,5	33 45 10
	9	5 19 5	22 14		33 29 43
β Dragon.	2.3	5 25 3,9	25 45,4	26 26	78 34 23
Giraffe.	6.7	6		5 56,5	30 49 13
23 Hév.	5	6 7 21	9 40	12 1,7	30 51 9
	8	6	8 33	11 1,5	31 24 31
Gir. Hév.	8	6 26 13,5		32 53	33 49 0
24	4.5	6	28 51,8	30 47	28 18 47
	8	6 35 3	36 51,5		27 32 43
	7	6 37 25,5	39 38,5		30 8 47
	6	6 41 20	44 13	47 3,5	32 41 36
25 Hév.	5	6 42 59	45 7	48 31	33 51 53
	6.7	6		47 24,5	32 3 36
	7	6 50 19	52 26	54 33,7	29 42 46
	7	6	50 27	52 29	29 20 25
	7	6 51 35,3	53 39,7	55 44	29 30 28
	7	6		57 49,5	32 22 47
	6	6	59 26	1 38,5	30 10 56

1789.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
1 nov.					+ 1 30
Giraffe.	7	7	0 44,5	2 39,2	28 26 38
	7.8	7	4 51	7 56	33 13 10
	7.8	7	5 54		28 20 44
	7	7 8 47	10 31	12 16,5	27 19 30
	7	7 12 25	14 7,2	15 52,2	27 7 0
	5	7 17 36,5	20 13	22 50	31 51 24
	7.8	7 19 25,2	21 49	24 11	31 7 6
	5.6	7 21 33	24 4	26 33,2	31 28 22
	6	7		28 57,2	29 11 26
	4.5	7 28 7,5	30 27,2	32 55,5	31 7 13
	5	7 38 1	41 27,5	44 53,2	34 8 23
	8	7	46 58	48 45	27 31 58
	7	7 47 50,2	49 35	51 21,2	27 27 22
	5	7 50 34,5	52 21,7	54 8,3	27 28 35
	5.6	7	56 12,7	57 52,5	26 33 4
11 nov.					
Céphée.	5	22		58 17	34 20 22
	7.8	23 2 20,7	5 19	7 59,2	32 33 45
	7.8	23	7 47	10 32	32 21 57
	8	23	11 9,5	14 39,5	34 12 54
λ Dragon.	3.4	23 17 44	18 59	19 15	60 36 39
Céphée.	6	23	22 34	27 38	36 22 58
			25 24,5		36 30 58
39 Hév.	5	23	26 8,5		37 15 54
γ Céphée.	3.4	23	30 39	32 26	27 34 52
	7.8	23	35 23	39 37,7	36 25 17
	6.7	23 43 35	49 0	54 21	36 39 18
	6	23	46 20,5	49 22	33 8 11
β Cassi.	2.3	23 57 20,2		58 55	9 7 0
Céphée.	8	0		7 9	34 54 19
Lynx.		0 13 8	13 49,8	14 30,9	78 19 18
	7	0		24 37,2	34 32 58
Polaire.	2	0 54 3	47 20	0 57	39 18 6
Céphée.		0 36 47,7	41 43	46	36 14 14
Renne.	6	0		33 57,5	33 40 32
	7.6	0	43 39	49 32,2	37 7 51
	8	1	17 10		38 33 30
	8	1 14 1,5	18 8,5		35 15 28
	6	1 28 15		33 33	32 1 21
ι Cassiop.	3	1 38 28,8	39 33	40 28	13 45 0
Renne.	6	1		49 5	33 40 7
	8	1	53 25		33 48 20
	7	1 57 17	4 52		37 13 15
α Dragon.	3	1	58 54,3	59 55	65 42 3
	7	2		5 45	35 57 52
Renne.	7	2 29 31	33 30		35 6 44
	7	2 30 37	34 31,5		35 15 15
	5.6	2	44 46,5	48 54,5	35 14 2
β P. Our.	3	2	51 45,6	53 24	56 4 55
Renne.	6	2	59 15	65 11,5	37 2 57
	7	3 8 33	11 53	15 16	33 52 36
P. Ourse.	5.6	3 16 15	17 39,5	19 3,5	58 30 24
γ 2 P. O.	4	3 20 4	21 28	22 51	58 30 56
Renne.	5	3 36 6	40 41	44 14	34 21 11
	6	3 41 28,5			33 53 41
	7.8	3 51 52,5	55 36	59 19	34 39 11
	6	4 13 17	18 46		36 43 41
19 nov.					
Céphée.	7.8	21 47 30		54 43	34 27 23
[illegible]	7.8	21		48 11,7	34 11 45

1789.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
19 nov.					+ 1 30
Céphée.	8.9	21	52 12	55 49,5	34 28 10
	7	21	54 51	58 18,5	34 10 4
	8.9	21	59 34,5		34 9 21
	7.8	22		13 32	32 44 44
	9	22	18 18,5	22 35	35 33 40
32 Hév.	5.6	22 21 40,5	26 31,7	31 23,5	36 9 45
	7	22 22 10,7	27 10	32 7,5	36 16 34
	8	22 28 5,7	36 9	44 10,5	38 7 25
	8	22	30 16,7	34 17	35 6 15
	8	22 41 30			37 17 58
β G. Our.	2	22 48 26	49 12,6	49 59,7	73 34 5
Cép. Hév.	6	22	54 6,5	58 18,2	35 21 52
36	4.5	22	54 41		34 20 22
	7	22		57 45,5	35 2 35
λ Dragon.	3.4	23 17 46,7	18 1,2	19 16,5	60 56 41
		23	22 31,5	27 37	36 22 39
γ Céphée.	3.4	23 28 50,5	30 38	32 26	27 34 52
	6.7	23 43 35,5	49 0	54 25	36 34 21
	8	23 45 19,5	51 9,2		36 58 50
β Cassiop.	2.3	23 57 21	58 8,8	58 56,1	9 7 0
	6.7	0 3 47	13 48,5	23 52	43 30 23
	6 7	0 20 37,5	32 0		39 0 21
Polaire.	2	0 54 7	47 24,5	0 56	39 18 0
P. Ourse.	6.7	0	21	41 11	42 14 21
	6.7	0	49	55 7,5	46 32 30
	6	0	49	53 17,5	46 32 55
	8	1	7 25		44 0 44
	7.8	1 14 13			42 20 37
	7	1 19 40			45 15 24
	8.9	1	24 26		39 16 17
ι Cassiop.	3	1	59 34,9	40 29,2	13 44 57
	9	1		50 28	44 45 39
Renne.	9	1 56 27			35 57 58
P. Ourse.	7.8	2		23 59 5	44 20 55
Giraffe.	7	2 35 20,5	38 14,5	41 9,5	49 22 12
β P. Our.	5	2 50 9,2	51 48	55 24,5	56 5 0
	6	2	59 19	65 16	57 2 50
	6	3	6 32	10 8,5	47 44 30
γ P. Our.	4	3 16 15,5	17 38,5	19 5,5	58 30 7
γ	3	3 20 4	21 28		58 30 4
Renne.	7	3		39 6	36 4 2
	6	3		44 17,5	34 21 1
26 nov.					
β G. Our.	2	22 48 22,8	49 10	49 57,1	73 35 56
P. Ourse	7	23 8 52,5	10 41	20 28	45 15 14
	7	23 10 48	18 15	15 36	44 20 22
	8.9	23 25 3,5		39 33,5	44 24 55
γ Céphée.	3.4	23 28 43,5	30 29,8	32 17,6	27 34 55
P. Ourse.	6	23 48 11,2	55 35	22 54,2	44 21 41
β Cassiop.	2.3	23 57 16	58 5	58 50,2	9 7 2
P. Ourse.		0 3 10	13 10		45 30 30
	6	0	20 40,5		42 14 52
	7	0	31 30,5		39 0 8
	7	0	37 16,5	44 55	44 15 20
		0		42 17	46 18 45
	6.7	0		53 23,5	46 33 17
Giraffe.	7	0	53 15		46 32 51
α Polaire.	2	1		0 3	
P. Ourse.	8	1	7 40,5		44 0 49
	7	1 14 48	34 14		42 20 40
P. Ourse.	7	1 19 52	25 58	31 25	45 15 5
α g. Our.	2	1 58 34,3	39 14	39 52,8	80 39 22

1789.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	1789.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
26 nov.					+ 1 30	16 déc.					+ 1 30
α Dragon.		1		59 53	65 42 17		6. 7	1	18	44 31,5	51 59 10
Giraffe.		2 35 23,5	38 17		49 22 1		6. ~	1	49 59	53 50	47 18 18
β P. Our.	3	2 50 10	51 47,5	53 23,5	56 5 4	Tête de la	7	1 52 10	55 6,2		49 18 31
P. Ourse.	7. 8	3	1 16,5		49 30 42	Giraffe.	8	2	3 15		48 28 53
	6. 7	3 2 58	6 35	10 13	47 44 52			3	42 27		49 48 25
	7	3 7 31	15 52		44 28 44	P. Ourse.	7	3	42 57,2	45 22,3	49 48 25
11; 1.	8	3		35 53	45 11 49		8	3		46 37	49 38 54
P. Ourse.	4	3	17 37		58 30 26			3 48 3	50 48,7		49 50 11
2	4. 5	3		22 50,5	58 30 55	ζ P. Our.	4	3		54 14,5	52 40 2
	8	3		36 2	44 45 43			3	56 1		50 21 3
	8	3		44 53	48 30 27	17		4	0 23,2		54 55 45
	7	3 45 47,5		52 36	48 9 48	P. Ourse.		4	6 53,5		48 7 50
	8. 9	3		49 27	46 31 55		8	12 15 11,5	17 39	20 6,5	50 53 0
	7	3	57 48		43 7 7		6	12 22 29,5	25 16,2	28 31,5	49 45 55
	7	4		8 54	45 37 21		5	12 33 54,4	39 9,5	40 23,2	49 32 9
	7	4	7 22		47 52 47						
	7	4 13 1,5		21 18,5	46 54 26	18 déc.					
	8	4	16 16		49 55 36		7. 8	23 23 21	24 40		52 21 21
	7	4		28 7	45 13 57	γ Céphée.	3. 4	23 28 41,5	30 29	32 16	27 34 55
		5	21 10,5		46 8 7		8	23 46 33	49 53,2	52 33,7	49 5 15
δ Dragon.	3	5 25 1	25 41,7	26 23	78 54 25	β Cassiop.	2. 3	23 57 12	57 59,5	58 47	9 7 (
P. Ourse.	6. 7	5			40 9 55	α Cassiop.	3	0 27 53	28 57	29 21,3	6 30 38
		5 30 23,5	35 12	40 0,2	46 6 17	Polaire.	2. 3	0 34 41,4	47 1		39 18 10
	7	5 45 22,5			47 37 57	γ Cassiop.	3	0 43 15,7	44 5,4	44 55	10 42 5
	8	5 45 33,5	49 33		47 15 57	ζ P. Our.	4	3	52 9,2	54 14,5	52 40 15
	7	5		55 4,5	46 20 58						
	8. 9	6 7 14,5	15 12		44 7 48	1790.					
	7	6	26 52	30 17	47 14 30	1 janv. *					
	8. 9	6		32 35	46 25 57	Polaire.	2. 3	0	47 7	1 0,2	39 18 15
	7	6		40 33	45 28 19	Tête Gir.	8	1	11 29,7	14 22	49 31 52
δ 23	4. 5	6	41 33	48 30,5	44 32 21		8	1 23 34,6	25 57,5	28 17,5	51 22 13
24	6	6 42 7	49 50,5		44 10 52	17	2	1 38 43,7	39 23,5	40 2,5	80 59 37
	7	6	45 33		46 34 28	G. Ourse.	8. 9	1 49 12	51 39,2		51 4 30
	7. 8	6		55 32	47 55 3	α Dragon.	3	1	59 1,7	0 1,5	65 42 18
	6	6		55 43,5	48 6 40	46 P. Our.	7	2 8 20,5	10 26	12 32	52 34 19
	8	7	1 25		44 40 53	α P. Our.	5	2 26 46,5	28 34,5		54 28 24
	7	7 13 40		19 42	49 3 27		9	2 35 26,5	38 21		49 22 22
	7	7 15 43		29 5	44 41 17		8	2 38 1,5		43 7,5	50 32 31
	7	7 16 37,5		24 28,5	47 31 0	β P. Our.	3	2	51 53	53 30,2	56 5 20
Céphée.	6	7 38 25,5	41 54,7	49 21,5	48 4 28	9 P. Our.	7	3	0 41,5	2 3,5	58 30 42
Fort peu	7	8 25 10	29 11	33 12	47 4 9		10	3	6 47,5		56 24 20
d'étoiles.	7. 8	8 34 30,5			47 14 40	γ P. Our.	3	3 20 9	21 35,5		58 31 10
	7	8	37 20		49 25 40		10	3 31 50	34 41		49 20 23
	7. 8	8		47 27	48 38 30	θ P. Our.	5	3		38 26,5	53 3 40
	7	8	49 37,5		48 13 20	P. Ourse.	8	3	42 43		49 58 17
	6	8	57 33,8		49 21 14		8	3	42 56		49 58 17
	6. 7	9	3 15		42 27 0		8	3	43 58		49 38 47
	7	9		12 23	47 59 5		8	3 48 16	51 0		49 50 26
	6. 7	9	30 34,8		47 44 6	ζ P. Our.	4	3		54 28	52 40 30
	7. 8	9	39 36		44 57 35		8	4	0 37,5		54 50 33
	7	9 53 13,5	56 41		48 2 47		6. 7	4 9 15,7	11 11		53 45 30
	7	10 2 49	5 47		49 14 30	19	5	4 15 56,7	17 23	19 10,5	54 42 17
	7	10 2 55	5 53		49 14 30	21	5	4 22 26	24 15		54 52 8
	4. 8	10		42 44	39 52 8	22	4	5	8 47,5	11 56,2	48 44 57
	6	10	29 13	34 2,5	46 3 29		7. 8	5	28 3		40 10 15
	7	10		34 53,5	45 56 12		6	5 33 47,5	36 18,2	38 42	50 48 0
34	5	10 45 45	48 47,5	51 48,5	49 3 15		9	5	50 53		51 48 30
Cép. Hév.		10	56 24		46 50 51		8. 9	5 56 54	59 23,7	1 54	50 46 12
36	5	10	56 36		47 52 29		7	6 13 49,5	16 13	18 39	51 8 45
39	5	11 23 18	29 36	35 53	44 57 0		6. 7	6 13 56,5	16 20,5	18 46	51 8 17

* *Nota.* La pendule remise en mouvement.

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
1 janvier.					+ 1 50
P. Ourse.	6	6 58 17,7	40 43,7	42 8	53 43 48
δ	3	6		48 18,5	44 33 0
	6	6	49 40		44 11 0
	6	6	52 13	55 37	48 6 51
	7.8	6 58 23	60 45	3 6	51 25 50
	8	7 13 39,5	16 40,5	19 42	49 3 30
	8	7	23 4		50 44 30
	8	7	24 13		50 43 28
	7	7 32 21,5	54 36,5		51 55 53
1 κ Céph.	6	8 14 13	16 6	17 58,5	54 1 21
	9	8 37 24			50 23 45
	7	8 38 44,5	43 17		50 24 16
	7	8 39 3	43 30		58 45 d.
	7	8		52 57	48 13 17
76 Drag.	6	8 54 38	57 32	60 27,5	49 21 21
	6	8	57 9		51 20 27
	7	9 7 58	9 51,2		53 49 14
	8	9	13 1,5	15 31,5	50 47 30
	8	9 13 15	15 41		50 56 16
	7	9 19 31,7	22 3	24 33,7	50 45 3
	7	9 28 45,5	31 6,5	32 25,5	51 29 15
Jambe de	8	11 10 32,7	12 42		51 21 59
Céphée.	9	11 27 43	30 46,5		49 3 30
γ Céphée.	3	11 29 35	31 22,2	33 10,6	54 37 51
	9	11 44 50,5	47 51,5		49 41 24
δ G. Our.	3	12 4 16,6	5 5,2	5 52,5	9 18 51
	8.9	12 12 53,5	14 48	16 5[illegible]	52 12 [illegible]
	8	12 22 43	25 29,5	28 16,7	49 45 44
Polaire.	2.3	12 41 12	34 28	7 48	42 54 52
ε G. Our.	2	12 44 5,2	44 51,5	45 38	8 13 7
η G. Our.	2	13 38 45,6	39 25,4	40 2,8	1 29 5
	8	13	49 29	52 37	52 24 26
	9	13		52 17	52 24 26
α Dragon	3	13 57 46,6	58 46	59 46	16 29 51
18 janv.*					
δ Cassiop.	3	1 11 21,7	12 10,7	12 59,8	
ε Cassiop.	3	1 33 52	39 27	40 22	
α Dragon.	3	1 57 53,4	58 53	59 53,6	57 40
a 5 P. O.	4	2 26 58,8	28 27,8	30 17	54 28 41
6	7	2 43 40	45 6		58 15 8
β P. Our.	3	2 50 8,2	51 45,2	53 22,5	56 15 25
	8.9	2 57 5			55 22 0
	8.9			58 35	55 22 47
10 P. Our.	7	3		8 16	56 24 17
11 P. Our.	5	3	17 37,5		58 30 53
γ P. Our.	3	3 20 0	21 25	22 49	58 51 20
θ P. Our.	7	3 36 18,4	38 17,5	40 19,8	53 3 20
ζ P. Our.	5	3 50 9,6	52 15		52 40 20
17 P. Our.	7	3 58 43,6	60 29	2 14	54 56 9
	7.8	4 9 6	11 0,6	12 55,5	53 45 30
19 P. O.	5	4	17 17,5	19 3,5	54 42 29
20 κ P. O.	5	4 22 19	24 4		54 52 [illegible]
22 ε P. O.	4	5 5 28,7	8 38	11 46,5	48 45 20
	7	5	27 41	53 24	40 10 48
	7	6 13 40,5	16 4	18 27	51 14 0
	7	6 15 47	16 10 5	18 34	51 13 50
44 κ Drag.	4	6	25 2	26 26	58 27 34
Céphée.	9	6	29 9,5		52 9 0
	9	6 32 57,5	54 33,2	36 50	53 41 24

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
18 janv.					
Céphée.	7	6 38 8,5	40 3,2	41 58	53 43 47
	9	6 45 50,7	47 47	49 42,8	53 37 42
Dragon.	6	6		52 39,5	57 15 36
	6.7	6		54 55	55 55 9
	8	6 59 3,2	60 43	2 23	55 35 58
56	6	7		8 41	54 21 36
59 Drag.	6	7 15 11	16 56,5		54 53 55
60 Drag.	5.6	7		21 8	58 8 0
	9	7	23 3,7		57 57 1
	8	7		30 46,2	54 57 31
Céphée.	7	7		36 38,5	51 55 52
	9	7	56 45		52 11 12
	8.9	8 3 46	5 29,4	7 12	55 12 33
	9	8 10 59,5	13 12	15 25	52 2 6
	6	8		17 47,2	54 1 26
	8	8		25 33	52 6 30
	7	8 32 47,5	34 20,6	35 52,5	56 51 43
	9	8		46 16,5	52 25 5
	7	8 54 35,8	56 58	59 19	51 20 30
	7	9		11 35	53 49 32
	7.8	9 16 14,5	17 59	19 44	54 58 0
	7	9 22 33,7	24 15		55 27 20
	7	9 28 35,2	30 5	33 14,5	51 29 31
	8	9 55 16	57 31	59 47	51 47 28
	9	10 3 17	4 41		57 23 0
	8.9	10	15 58,2	17 39	55 39 30
Giraffe.	7	10 23 20,2	25 18,7	27 17,7	53 22 44
ρ Céphée.	6.7	10 26 14	28 13,5	30 12	53 21 0
	7	10		34 30,6	56 47 33
	9	10 39 9	42 25		51 45 37
	9	10	46 22	49 36	51 45 24
	9	10	55 49,5		51 52 49
κ Céphée.	5	11 0 1	1 34		56 50 8
	8.9	11	0 7		56 58 40
	8	11	7 31		58 0 11
	8.9	11		11 49 4	51 56 10
	9	11 19 55,8			57 1 22
γ Céphée.	3.4	11 29 24,5	31 11,2	32 58,5	54 37 59
	9	11 40 58,2	42 24		54 39 24
	9	11	42 39,5		56 45 0
δ G. Our.	3	12 4 8,4	4 55,8	5 44	9 18 55
Céphée.	9	12 12 23	14 35,5	16 44	52 12 30
α Polaire.	2.3	12	54 7		42 54 56
Renne.	7	12	59 5	1 15,5	52 48 30
	8	13 3 56			55 29 23
	7	13 4 5,5			55 57 45
	7	13 19 25,5	20 52,5		57 52 25
	8	13		24 14,5	54 2 [illegible]
	8	13	26 45		57 55 25
	8	13		30 37	51 16 30
	8	13 31 11	33 33,[illegible]		51 14 0
η G. Our.	2	13 38 34	39 14	39 54	
Renne.	8	13	40 52,5		56 57 11
	7.8	13		46 45	58 16 2
	7	13	50 16		52 24 46
α Dragon.	3	13 57 57,5	58 57,5	59 57,8	16 29 39
Renne.	8	14		14 55	55 19 26
	7	14	21 56,7		60 53 51
	9	14 26 16	28 30	30 45	51 52 53
	6.7	14	35 32,4		54 53 19

* *Nota.* La pendule remise à l'heure.

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
18 janv.					+ 1 30
Renne.	8	14	39 30,6	41 38,5	52 21 50
Cas. Hév.	7	14		43 43,5	56 47 43
37	5	14 48 29	49 59,6		57 31 0
δ P. Our.	5	14		52 44,8	26 7 27
11 P. O.	5	15 15 4,2	17 9	18 32,6	23 41 49
γ P. Our.	0. 3	15 19 32	20 56	22 20	23 41 37
19 janv.					
Polaire.	2. 3	0 33 5,7	46 18,5	59 57,5	39 17 49
γ Cassiop.	3	0 45 18,5	44 8	44 57,8	
δ Cassiop.	3	1 11 23	12 12	23 1,2	10 13 28
η G. Our.	2	1 38 37	39 16,4	39 55,7	8 39 52
α Drag.	3	1	58 55,4	59 56	65 49
P. Ourse.	9	2		5 54,5	55 22 33
3 P. Our.	6	2	5 44,5		55 30 32
	7. 8	2	16 4	17 12	62 20 36
	8	2 16 12	17 20,5	18 30,5	62 19 36
	8	2		22 25	64 9 22
	8. 9	2 26 28	17 38		62 4 44
6 P. Our.	7	2 43 44	45 9,2	46 34,2	58 15 16
4 P. Our.	5	2 50 12	51 48	53 25	56 5 8
9 P. Our.	7	2 59 11	60 35,5		53 30 38
α Persée.	2	3 8 48,8	9 27	10 5,8	0 13 14
	6	3	12 32,8	13 40	62 56 37
		3		14 51	61 22 22
11 P. O.	5	3 16 16,2	17 40,2	19 4	58 30 57
12 P. O.	7	3		19 12	59 7 23
γ P. Our.	3	3	21 27,8	22 52	58 30 53
14 P. Our.	7	3		25 9	56 52 57
	9	3 32 19,2	33 28,2		62 34 45
	7	3	37 25	38 38	61 7 38
	6	3 42 46	43 41		67 44 50
	8. 9	3 52 17	63 29		61 45 13
	9	3	58 8		58 6 14
	7	4		7 11	62 43 30
Dragon.	9	4 47 26	48 38		61 38 19
	6	4 54 5,7	55 5,7		65 37 39
	8	4	55 57		65 33 16
	7	5	0 30,5		61 35 48
22 ζ Drag.	2	5 7 23,8	8 25	9 26,5	65 5 30
	9	5	12 55,5		55 44 6
	8. 9	5 18 25,8	19 47		59 5 8
	8	5 24 48,6	25 53,5		63 56 14
	9	5	28 19,5		59 2 50
27 f.	5	5 31 55,6	33 3	34 11	62 49 12
	9	5 36 40			62 28 49
	9	5 36 47			62 25 15
28 ω.	4	5 37 15,5	38 26		62 14 0
	8. 9	5		43 25	63 50 10
	6. 7	5	45 57		58 50 41
31 ψ.	4	5	45 59		58 50 6
		5		52 6	62 21 0
	9	5 56 3	57 15,5	58 27	61 27 5
34 ψ.	5	6		0 26	59 4 9
	9	6 4 33	5 37		64 10 0
	7	6 15 55	16 44	17 53,5	62 24 30
	8	6 17 17	18 25,5	19 35	62 20 19
	9	6		23 53	59 40 15
	6	6	23 59		59 51 55
	8	6 31 58	33 4,5	34 10,5	63 28 15
	7	6	35 48		65 46 42
	9	6		38 46	63 23 16
47 o.	4	6 46 1,8	47 22		63 35 0

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
19 janv.					+ 1 30
Dragon.	7	6		52 42 6	57 15 19
	9	6	56 13		59 34 50
	8	7	0 22		61 51 20
	9	7	5 20		63 4 33
	7. 8	7 8 7,6	9 8,5	10 8	65 27 5
57 δ.	3. 4	7		13 45,6	63 47 20
60 τ.	4. 5	7 18 20	19 45,6	21 11	58 7 48
	8	7	23 6,5		57 56 52
	8	7	36 22		61 45 27
	9	7		40 31,5	62 55 17
	7	7	44 46	45 55,6	62 15 33
ι Dragon.	5. 6	7	49 2	50 15,5	61 21 12
	7. 8	7 58 8,2	59 21,5		61 18 3
	9	8		9 53	63 6 14
	9	8 15 14	16 35		54 8 5
	9	8	15 17	16 39	58 50 11
	9	8 24 16	25 25	26 35	62 27 3
	7. 8	8 29 42	31 3,5		59 16 1
	9	8	34 56		62 7 46
	9	8 39 13,5		41 15	65 30 28
4 Céphée.	6	8 39 42,2	40 43		65 10 43
	9	8		47 26,2	63 49 54
	8. 9	8	52 59	54 10	61 53 20
	9	8	59 22,5		59 34 41
	8	9	5 18	6 33,7	60 29 37
	7	9	10 49		61 30 22
	9	9		13 54,8	63 31 3
	9	9	17 33	18 41,5	62 24 17
	7	9	21 0,6	22 10,5	62 26 50
β Céphée.	3	9 24 55,7	26 8	27 21	61 26 21
	9	9	28 28	29 40,6	61 11 6
	9	9 35 11	36 25	37 41 5	60 43 14
11 Céph.	5	9 37 48	39 2	40 17	60 44 14
	7	9 42 21	43 32		61 54 9
	9	9	42 25	43 37,2	61 42 23
	7	9	49 28,2	50 48	59 35
	7	9 49 7	50 31,2		58 22 30
16 Céph.	5 6	9 55 6	55 26 8	57 50,5	58 54 17
	8. 9	10		2 29 2	58 16 41
	7. 8	10		5 48	59 48 25
24 Céph.	5	10	6 0,3	7 19	59 46 33
80 Drag.	7. 8	10	6 23	7 40,5	60 0 13
	7	10	9 19		58 49 8
	8. 9	10	12 56	13 46	62 4 9
	8	10 18 20,5			61 5 55
	6. 7	10 20 37,5		22 3,5	61 22 42
	8	10		23 51	61 21 0
	7	10	27 37,5		61 47 25
31 Céph.	5. 6	10 29 29	30 52,5	32 16,2	58 31 44
	8. 9	10	49 58,7	51 19,5	59 21 56
	6. 7	10 50 13	51 34,5	52 56	59 4 17
	9	10		57 59	59 28 54
	9	11		1 13	61 33 10
	6	11 6 41	7 53	9 5,4	61 20 10
	7	11 16 40,5	17 51,5	19 3	61 33 0
	6	11 17 36,5	18 46,2		61 52 22
	7. 8	11 25 1	26 16,2	27 31,2	60 36 0
Messier.	5. 6	11	30 40,7	32 5	58 14 38
	9	11 31 50,5		34 41,5	58 7 4
	9	11	47 24	48 44	59 23 32
	7	11	51 25,5	52 48,2	58 38 21
	8	11	53 3,6		55 2 21
	8	12		1 56,7	57 46 12

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
19 janv.					+ 1 30
Messier.	8	12 5 41	7 1	8 21	59 18 8
	8	12 6 39,8	8 1		59 7 4
	7	13 23 59	25 20	26 40,5	59 20 55
	8	12		32 41	61 24 34
	7. 8	12		38 20,5	61 27 12
α Polaire.	2. 3	12 40 55	54 15	7 27	42 54 34
		12		45 11,5	71 29 5
δ Cassiop.	3	13 11 35.5	12 24,6	13 14	71 55 24
38	6	13	16 12	17 23,5	61 54 15
	8	13 16 25,5	17 35		62 9 0
	7. 8	13		21 5,5	63 13 22
40 *h.*	6	13		23 47,5	59 7 22
42 *g.*	6	13 26 3,6	27 15,6		61 31 30
	9	13		27 59	57 20 0
	8. 9			28 16,5	57 33 0
κ G. Our.	2	13 38 35,8	39 15	39 54,5	1 28 50
	7	13		46 34	61 12 12
α Dragon.	3	13 57 58,6	58 38,4	59 38,8	16 29 35
	9	14 7 17,5	8 42	10 6[illegible]	58 20 5
	6	14	12 18	13 22,5	64 37 50
	8	14 17 18		19 29,2	63 38 56
	6. 7	14 17 29	18 49,5		59 11 56
	9	14		26 0	63 55 45
	8	14 26 16		28 24,4	64 9 37
	9	14		31 47	62 20 53
	9	14	36 31,5		58 35 35
	9	14		43 47	56 47 14
β P. Our.	3	14 49 31,5	51 8	52 44,2	26 7 9
	7	14	59 13		58 10 47
	6	15		3 14,2	57 41 8
	6	15		5 28,5	58 38 46
α Persée.	2	15 8 50	9 28,9	10 7,5	81 54 7
	6	15	12 58,5		58 58 28
11 P. O.	5	15 15 44,2	17 9	18 33	23 41 30
γ P. Our.	3	15 19 32,7	20 57,2	22 20	23 41 16
20 janv.					
α Polaire.	2. 3	0	46 26,5	59 43	
δ Cassiop.	3	1 11 25	12 14,5	13 3,5	10 15 45
κ G. Our.	2	1	39 18,4	39 57,5	80 39 56
θ Persée.	4	2 29 23	30 1	30 39	89 27 20
	8. 9	2	34 9	34 48,5	1 7 55
	7. 8	2		36 37,5	2 31 30
	8. 9	2 36 44,5	37 24,5	38 5	2 26 49
	9	2	39 12,5	39 52,2	2 18 23
	8	2	40 58	41 37	1 20 14
	7	2	42 17		1 31 29
	7	2 45 23,5	46 3,5	46 44,2	2 37 48
	8	2 45 24,5	46 5	46 45,5	2 37 48
β P. Our.		2	51 50	53 28	56 5 22
		2 58 11	58 51	59 31	2 6 32
	7	3 0 17	0 56,5	1 36	1 17 18
	6	3 0 41,9	1 21		1 16 14
	8	3 1 15			1 33 13
31 Persée.	5. 6	3	4 20	4 58	0 26 19
29	5. 6	3		4 28,5	0 33 53
	6	3 6 29,7	7 8,2	7 48	89 25 44
	6	3	8 29,5	9 7,5	89 34 25
α Persée.	2. 3	3 8 50,5	9 29,2	10 7	0 13 30
		3	11 12	11 50	89 29 33
		3 12 38,2		13 54	89 26 27
		3	12 47,5		89 58 34
		3 13 19,2		14 36	0 13 48

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
20 janv.					+ 1 30
34 Persée.	6	3		15 8,8	89 53 30
	8	3 16 1	16 39		89 36 3
	6. 7	3 16 18	16 56,2		89 47 36
	6. 7	3		17 5,7	89 50 48
13 γ P. O.	3	3 20 5,2	21 28 8	22 53	53 31 8
δ Persée.	3	3 27 31	28 7,6	28 44,5	88 13 39
	7. 8	3	32 13	32 51,7	1 59 10
43 Persée.	5	3	41 8	41 47,7	1 11 45
45 λ.	4	3 50 26,8	51 5,7		0 53 19
	8. 9	3 57 41	58 18,5	58 56,5	89 39 40
	8	4 0 49	1 29	2 8	1 2 51
41 Hév.	5	4		3 15	0 53 12
	5. 6	4	3 35,5		0 38 50
	6	4	4 25		1 31 0
	9	4		9 24	1 27 54
	9	4 18 20,2	18 59	19 39	0 47 37
Cocher.	9	4	57 39,5		2 17 20
	8	5 2 1	2 39	3 17,5	89 47 56
	7	5 11 29		12 44	89 9 0
	8	5 11 31		12 46	88 18 17
	9	5		16 58	0 20 16
Cocher.	9	5		23 31,6	0 23 30
27 *o.*	6	5 29 6	29 44	30 24	0 50 19
	8	5	41 3,5	41 41	0 5 53
	7	5 45 2	45 42	46 21	0 3 8
	8. 9	5 49 21,5	49 59	50 36	89 21 50
	8	5 54 59	55 37,5	56 15	89 51 18
46 Hév.	5. 6	5	8 48,5	9 27	0 29 16
57 Flams.	6	6 31 5,4	31 43	32 22	0 6 43
	9	6	38 23	39 3	1 24 13
17 fév.					— 40
ι G. Our.	3	8	44 43	45 21 5	0 0 32
κ.	3. 4	8 48 34	49 11,5	49 49,5	89 7 51
	7	8		51 16	1 44 35
	7. 8	8 54 29	55 9	55 49	1 35 23
	8. 9	8 57 14,5	57 55,2	58 32,5	1 13 8
	9	9 1 6	1 44,5	2 23	0 58 17
	6	9		3 58	88 50 21
	6. 7	9	5 6,2	5 43,8	88 58 15
	8	9 7 27	8 6	8 44	0 27 0
	8	9	10 14	10 54	2 19 20
α Céphée.	3	9 14 0,5	14 52,7	15 46,5	69 2 49
		9	18 51,2	19 31,5	1 30 30
	7	9 21 8,5	21 47	22 25,5	0 34 17
β Céphée.	3	9	27 34	28 45	61 29 5
	7	9	33 12	33 49	87 14 20
		9		35 34,5	88 8 34
	8	9	37 59,5		1 45 15
	8	9	38 1,5		1 48 26
31 G. O.	6	9 41 11,7	41 51,2	42 31	1 57 28
	7	9 44 15	44 55	45 35,5	2 16 21
	7	9 47 26,5		49 45,5	2 2 19
	7	9 47 49,5	49 30		2 16 11
	8	9		54 37,5	87 13 55
	8	9	54 38		87 18 49
	6	9 57 42,5	58 21,5	59 2	1 39 51
	8	10 3 54,2	4 34	5 13,5	1 46 2
	8. 9	10 8 1		9 17	0 14 50
	6	10		15 36,8	1 3 21
	7	10	18 43	19 20,5	89 6 9
	7. 8	10	20 46	21 25	1 24 55
	7. 8	10	21 24	22 2,5	1 20 20

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
17 février.					— 40
G. Our.	8	10		24 0,5	89 59 28
	8	10	24 2,7		89 57 45
		10 26 14,5	26 53	27 30,8	0 1 6
		10		31 48,2	2 2 58
		10		32 53,5	0 47 49
	6. 7	10 38 50,7		40 11,2	2 31 58
	8	10		41 38,2	1 29 51
	8	10	45 23,5	46 4,5	3 43 52
β G. Our.	2	10 48 6,5	48 52,5		
α G. Our.	2	10	50 20	51 14,5	14 1 53
ψ G. Our.	3. 4	10 57 12,2	57 48,5	58 24	86 47 30
	8	11	1 43,2	2 23,5	2 9 0
	6	11 4 3,7	4 43	5 23	1 46 26
	6	11		9 30	87 18 23
	8	11	11 15	11 51	87 17 52
	8	11 15 26,7	16 3		88 36 25
	8	11 15 58			89 46 5
	8	11	18 45,8	19 25	89 33 24
	8	11 21 55	22 34	23 13	0 53 0
	9	11 22 23,5	23 3		0 50 20
	9	11	23 48,5	24 27	0 46 24
	6	11 26 34,2	27 12	27 49	89 3 14
γ Céphée.	3	11	33 4,8	34 51,5	54 40 7
	8	11	36 35,6	37 15	2 8 33
γ G. Our.	2	11 41 51	42 34,2	43 18,2	6 1 0
	7	11		44 49	88 47 39
	8	11 47 0,2	47 38	48 16	0 5 22
β Cassiop.	2. 3	11 58 29	59 16	60 3,2	73 6 3
δ G. Our.	3	12 3 58,5	4 45,5	5 34,5	9 21 7
3 Chiens	6. 7	12	9 21	10 1	1 18 24
de Ch.		12	12 10		0 40 22
	9	12 23 19	23 57		89 3 58
		12	28 33		87 32 [illegible]
	6. 7	12	35 13,5	35 50	87 44 55
	7. 8	12 38 18,2	38 57	39 35,5	0 46 12
	7. 8	12 39 14		40 33	1 2 36
	6	12 44 39	45 17	45 55	89 29 43
	6	12 46 52,5	47 29,4	48 6,5	88 28 34
Polaire.	2. 3	12 51 45,7	4 49,7	18 19,5	42 57 31
	7	12 55 42,5		55 59	0 4 0
21 Chiens.	6	13	9 12,5	9 53	1 56 42
		13	12 2,5	12 40	89 31 54
ζ G. Our.	3	13 14 32	15 17	16 2,2	7 10 50
	7	13		20 47,7	0 5 34
	7	13	23 3	23 41,2	89 28 36
24 Chiens	5. 6	13	25 47,5	26 26,7	1 15 0
de chasse.	7	13	28 2,5	28 42	1 43 10
	7	13 31 13,2	31 49,8	32 27	88 3[illegible] 23
	6. 7	13	34 42,9	35 19	87 44 26
ι G. Our.	3	13 38 31,5	39 10,5	39 49,7	1 31 20
	8	13 47 33,2	48 12,2		1 12 5
	6. 7	14		10 34,5	0 8 12
	7	14 11 53	12 39,5	13 10,5	0 37 57
	8	14 15 51			1 38 40
	8	14	15 58	16 37	1 31 24
	8. 9	14	20 11	20 50	1 29 53
	8	14 25 46,5	26 24	27 1,7	88 52 12
	8	14 30 14,5	30 55,2	31 36,2	3 38 51
	7	14 41 50,8	42 29,6	43 8	0 44 52
	7	14 48 40,5	49 21	50 0,7	1 39 3
	7	14 52 49,5	53 27	54 4,5	89 16 16
	6	14 56 11,8	56 49,5	57 27	89 33 6

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
19 fév.					+ 1 35
α Persée.	2. 3	5	9 28,5	10 7,2	0 13 36
δ Persée.	3	3		28 44,8	88 13 37
	6. 7	4 54 2,5	54 44,3		4 4 24
	6	4 54 24,5	55 6,5	55 48	4 17 26
	5. 6	4 57 15,5	57 57,5	58 38,9	4 4 3
Chévre.	1	5 0 43,5	1 19,2	1 55	86 53 26
	8	5	5 17,5	5 57	2 23 18
	8	5 5 33,5	6 13	6 55	2 7 6
	8	5	7 50,2	8 31	3 7 52
	9	5 11 28,2	12 7,5	13 47	1 51 43
	7	5 14 2,5	14 41,5		2 13 16
	7	5		16 10	2 10 0
	7	5 14 49,5	15 29,5		1 58 2
	7. 8	5 11	16 44,2	17 25	2 24 57
	7. 9	5	17 58,5		2 52 21
	9	5		18 17	3 10 38
	7	5 21 13,5	21 53,5	22 33,8	2 24 43
	8	5 22 21,2		23 41	2 18 50
β Dragon.	3	5 25 57,5	26 38,3	27 19	73 34 52
Cocher.	7. 8	5 31 29,6	32 10		2 11 22
	8	5	31 53	32 52,2	2 2 24
	6	5	34 18,7	34 59	2 33 [illegible]
	8	5	36 4,5	36 45,5	3 49 20
	8	5 36 13,7	36 55	37 36,6	3 41 21
	9	5		38 7,5	3 46 30
	8	5		39 28	4 2 17
	6	5		40 17	2 51 56
	8	5	40 16,2	40 56	2 50 4
	6. 7	5 43 0,5	43 40,5	44 21	2 9 55
	8	5 43 44	44 24	45 4	2 11 36
	8. 9	5 45 56	46 35,5	47 15	2 21 27
35 Giraf.	5. 6	5 47 12	47 52,9	48 33,2	2 40 49
	9	5		49 41	3 0 45
	8	5 50 38	51 20		4 15 51
	8	5	52 47,8	53 28	2 39 14
	8	5 54 6,5	54 44,5		0 4 49
	8	5		54 13,7	0 11 51
41 Doub.	7	5	55 36,5	56 14,2	89 51 24
	6	5	57 14,5	57 54,5	2 19 43
	8	5 57 11	57 51,8		2 19 19
	7. 8	6		0 2	3 20 47
	7	6		1 50,5	0 39 50
	7	6 3 25,9	4 6,5	4 47,5	3 20 8
	8. 9	6		5 25,5	3 42 40
	7	6	6 32,7	7 14,2	4 16 41
	7. 8	6	6 56,2		4 25 48
	7. 8	6		9 15,8	2 50 47
	7	6 11 32,5	12 14	12 54,5	3 21 13
	6. 7	5	12 3,5		3 40 23
Double.	7. 8	6 16 30	17 11	17 52	3 43 6
	9	5		19 23,2	3 14 22
	9	6 21 19	21 59		1 49 25
Près du	8	6 23 23			4 41 8
Lynx.	8	6		24 51	3 16 58
	8	6 26 40	27 29,6	28 10	2 45 30
	7	6		29 3	4 18 40
	8	6		30 43,5	1 41 58
	9	6 32 6	32 48		4 21 56
	7	6 36 16	36 55,5		2 52 17
	8	6 36 18	36 58		2 50 57
	9	6 39 53,3	40 33,5	41 13	2 22 25
	8	6 42 21	43 2	43 44	3 57 25
	8	6 45 59	47 39,6		2 41 21

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
19 fév.					+ 1 35
Lynx.	6	6	48 57,2	49 39,5	4 10 18
	9	6	54 7		3 11 46
	5.6	6 56 21	57 1,4	57 42	2 52 41
	7.8	6 58 29,3	59 10	59 50,5	2 54 41
	8	7	0 6,6	0 47,5	3 50 18
	6	7 0 22,8	1 4,2	1 45,5	3 36 11
	7.8	7	3 2,2	3 43,5	3 27 0
	7.8	7	4 25 –	5 6,5	4 0 20
	8	7	6 11		1 35 59
	8	7	6 13	6 53	1 35 47
		7		9 16,5	3 23 43
21.	5	7		11 32,9	0 43 49
22.	5.6	7 13 23	14 0,6	14 41	1 12 28
	9	7 15 18	15 56,5	16 37	1 41 35
		7		15 23,5	1 28 30
		7	17 40,5	18 21,2	2 51 54
	9	7	18 27,2	19 8	3 6 13
	8	8	11 43		1 21 20
	7.8	8		13 47	1 29 9
	8	8 14 51		16 16	4 55 59
	5.6	8 16 1,5	16 44,6	17 27	4 55 47
	7	8 19 19,2	19 57,6	20 36	0 21 30
	6	8 22 38	23 20,2		4 45 46
	6	8 22 58,3	23 40,2	24 22,8	4 33 5
	6.7	8	25 21,2	26 2,5	3 16 22
	7	8		25 36,6	3 36 0
	8	8 27 54,6	28 33,2		0 43 22
	8	8 27 54,6	28 33,5		0 43 17
	8	8 30 17	30 56	31 34,5	0 44 42
α Cygne.	2	8 34 29,2	35 5	36 38,4	86 21 51
	7	8		38 28	4 16 51
	8.9	8	41 9,2		0 59 40
ι G. Our.	4	8 44 12,3	44 50	45 28,9	89 58 25
κ G. Our.	4	8 48 41	49 19	49 56	89 5 43
	5.6	8		51 32,7	0 28 16
15 f G. O.	5	8 53 19	54 0,5	54 41	3 35 27
	7	8 56 35,8	57 16	57 56	2 24 10
	7.8	8	59 59,5	0 42,5	4 41 33
	7.8	9	0 1	0 44	4 41 51
	6	9 4 57,8	5 39 5		4 25 35
37 Lynx.	6	9	6 6,8		3 10 3
	8	9	6 25,5		3 17 30
	7.8	9	8 11,6		1 32 44
	6	9 9 37,5	10 18,5		3 3 53
	7.8	9		11 2	2 17 7
G. Our.	7	9 14 2	14 42	15 21,2	2 3 9
25 θ.	4	9 18 4	18 45,3	19 26	3 44 38
26.	5.6	9	20 22,3	21 4 2	4 5 36
	9	9	24 35,1		2 18 6
	8	9 26 22,5	27 4,5		4 10 32
β Céphée.	3	9		28 33,7	61 26 51
	9	9 33 36	34 14,5		1 7 50
G. Our.	7.8	9 35 41,5	36 20		1 9 45
	8	9 37 27	38 7		1 43 6
	8	9 37 29	38 9		1 51 19
	7	9		40 54,6	2 37 40
	6	9	42 58		1 55 11
	9	9 44 12		45 35	4 10 54
	9	9	44 25,5	45 6	3 40 54
	9	9 46 27,2	47 49		4 2 25
	9	9 47 29	48 10		2 35 55
	8	9 48 33	49 13,2		2 0 51
	7	9 48 57,5	49 37		2 13 54

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
19 fév.					+ 1 35
G. Ourse.	6.7	9		52 1,6	4 29 53
	9	9 54 53,3	55 34		2 57 28
	7	9	56 54,5	57 34,5	1 39 8
	6.7	9 57 50	58 29,5	59 9	1 37 59
	6	9 59 37	60 17,2		2 38 38
	7	10 4 53,3	5 34	6 16,5	3 34 2
	8	10		17 47	3 10 53
	6	10	21 31		1 18 14
	6	10		21 32	1 17 18
	8	10 29 24	30 4	31 44,5	3 0 30
	9	10		32 34	1 39 25
	10	10 36 59,5			4 29 26
	6	1 39 7,2	39 49		4 47 35
	5.6	10 39 9	39 51,5		4 44 0
	7	10	40 1	40 42,7	4 18 0
	9	10	43 45,2		3 7 52
β G. Our	2	10 48 14	49 1		
α G. Our.	2	10 49 34	50 28,5	51 23,8	13 59 40
	7.8	10 52 56,2	53 36	54 17	2 25 15
	9	10		55 27,7	3 50 55
	6.7	10 56 24,5	57 6	57 47	3 57 53
	8	11 1 11	1 51	2 31	2 6 49
	6	11 4 11	4 50,8	5 30,8	1 44 17
	8.9	11 8 24,6	9 51	9 46,5	4 1 51
	8	11 13 26,5	14 7		4 21 10
	8	11	18 58	19 37	1 12 37
		11 19 1,5	19 40		1 4 1
	8.9	11 22 29	23 11	23 53	4 14 41
	6	11 25 49	26 29,5	27 9,6	2 53 55
	9	11 28 10,5	28 55	29 34,5	4 31 41
	9	11		28 11	1 27 54
γ Céph.	3	11 31 1,5	32 49	34 36	54 38 0
	6,7	11		37 22	2 6 18
	8	11	40 45,5		3 31 52
γ G. Our.	2	11 41 58,5	42 43	43 25,6	5 58 41
	9	11		50 19	1 52 11
	10	11	51 29,5		3 37 56
	8	11 54 8,2	54 50	55 32	4 15 3
	9	11	54 50,7	55 33	4 15 3
6 Cassiop.	2.3	11 58 22,–	59 10 5	59 58	73 [illegible] 21
δ G. Our.	2.3	12 4 6,–	4 50,2	5 41,3	9 18 55
3 Ch. de C.	6	12 8 49	9 28	10 8,8	1 16 8
5	6	12 13 6	13 47,5	14 29	3 50 57
	8.9	12 16 2	16 42	17 22,6	3 29 14
7	7	12	21 5 2	20 47	3 48 52
	9	12	23 20		1 34 55
	9	12 25 13			3 29 54
	9	12		25 42	3 38 10
	9	12 29 20	30 2	30 44	3 59 54
		12 34 0,5	34 42,5	35 24	4 2 18
		12 37 32,2	38 12	38 52	2 25 24
Polaire.	2	12 49 47	3 11	16 27	42 54 45
Chien de	9	12 58 [illegible] 1,7	58 44	59 25,5	4 2 0
Chasse.	7	13	7 58		1 55 0
	7	13 7 39			1 59 1
21	6	13 8 18	8 59		1 54 30
	6	13 19 27,2		20 48	2 55 49
	6	13	19 35		2 47 56
	9	13		24 55,2	1 20 26
24.	5.6	13	25 53,8	2[illegible] 32	1 12 2
	7	13 27 51,5	28 13	23 53	3 29 13
	6	13 28 37,7	29 18,5		2 54 18
	8	13	29 41		3 8 58

1790.

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
19 fév.					+ 1 35
Chiens.	6.7	13		31 39	3 59 55
de Chasse	6.7	13		32 44,5	2 42 4
	7.8	13 33 58	34 38	36 17,2	4 12 28
	5.6	13	35 45	36 27	4 14 28
G. Our.	3	13 38 38,2	39 17,8	39 57	1 29 6
	6.7	13	45 55,5		4 15 11
[illegible]	8	13 47 40	48 18,5		1 9 48
[illegible]	7	13		51 55	5 14 49
[illegible]	6	13 54 29,8	35 10,5	55 52	3 6 16
α Dragon.	2	13	58 26,8	59 27	16 29 45
13 Bouv.	5	14		1 8	1 34 30
	8	14	2 29		4 21 50
	9		2 39		4 12 38
Bouvier.	8	14 4 14	5 56	6 37,5	3 53 40
[illegible]	5	14 4 15,5	5 57	6 38,5	3 53 55
[illegible]	4.6	14	8 43,6	9 24,2	3 27 27
[illegible]	6.7	14 9 12,2	9 54	10 34,2	3 24 6
	7.8	14		11 51,2	4 7 23
	9	14	13 5,2	13 47,2	4 15 25
		14	14 37,2	15 18	3 11 20
	7	14 15 57	16 36,2		1 38 58
	7	14	16 4,2	16 43	1 36 17
θ 23.	4.5	14		18 44,6	3 56 38
g 24.	6	14		22 0,9	1 54 30
	9	14 23 57,5		25 19,2	3 4 11
	8	14 25 55,2		27 19,8	4 56 18
33 h 1.	6	14 30 21,2	31 1,6	31 43	3 36 30
	7	14 33 57	34 39	35 20	3 25 11
	9	14	36 32,5	37 15,2	3 55 23
	6	14 42 3	42 43,9	43 25	3 21 55
	8	14 43 2?,2		44 13	3 31 8
	5.6	14 48 4?,2	49 27	50 7	1 36 40
	6	14 52 55	53 32,6	54 11	89 14 3
	7.8	14		55 13,5	1 8 55
44 Bouv.	6	14 56 18	56 55,3		89 35 48
	6.7	15 1 2	1 42	2 22	1 59 0
31 Persée.	4.5	15 4 33	5 11 *	5 49,7	81 41 42
29.	4.5	15	4 40,5	5 20 *	81 24 12
α Persée.	2.3	15 9 41,2	10 20	10 58 *	81 54 20
Bouvier.	6.7	15 17 46	18 24	19 1	88 55 35
		15 21 26	22 4	22 40,5	89 3 2
δ Persée.	3	15 28 19,2	28 56 *	29 32,5	85 52 26
20 fév.					+ 1 18
		5 5 4		6 25	2 23 30
Vers la		5		11 38	4 30 30
tête de la	6	5	13 26,5	14 8	4 21 40
Chèvre.	7.8	5 14 4,5			4 17 13
	9	5	14 22	15 3,5	4 5 50
		5 17 47,6	18 29	19 10,8	3 55 47
	5.6	5		20 35	5 23 30
	5.6	5 24 7	24 49,5		4 30 3
β Dragon.	2.3	5	26 11,6	26 52,2	78 35 8
32 Giraf.	5	5 37 1	37 46	38 30	6 45 34
δ Cocher.	4	5 42 1,8	42 45	43 28	5 22 16
	6	5	42 59,8		5 37 49
	8	5 45 53	46 35	47 16,5	4 38 25
	7.8	5	59 48,2	60 29,2	3 21 3
	8	6	4 34,7	5 16	3 20 20
	9	6	11 33		4 17 24

1790		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
20 fév.					+ 1 18
δ Cocher.	7	6	12 31,4	13 12,5	3 40 40
	8	6		13 25,2	5 1 7
Lynx.	6	6 16 48,5	17 32,2	13 17,5	6 36 30
	9	6	18 30,5	19 13,5	5 21 28
	5	7 34 16	34 59	35 42,4	5 45 24
	8	7 37 15,5	37 59,5	38 43	6 21 54
	9	7	41 39		6 20 6
		7	45 9		6 8 18
	6	7 45 19			6 17 46
	8	7	46 30		6 10 16
	7	7	46 48		5 49 0
	8	7		49 16	6 26 20
	8	7 50 59	51 42	52 25	5 45 42
27 Lynx.	5			52 45	3 13 2
	8	7	55 28,6	56 11	4 58 13
21 fév.					
29 Giraf.	6	5 32 25	33 10,6	33 56,6	7 57 6
	9	5		32 34	7 58 54
	8.9	5		35 16	6 18 3
		5		37 23,5	8 5 50
		5		38 31	6 45 59
	6	5 39 13	39 58		7 1 12
	7.8	5 39 51,5			6 38 38
	8	5	41 4,5	41 49,2	6 59 0
	8	5	43 11,7	43 57,5	8 0 21
	7	5 44 51,3	45 37		8 5 0
	8	5		47 17,8	4 38 30
	8	6	51 52		7 19 38
	8	5		52 6	7 17 0
	8	5	52 12		7 5 42
	7	6 1 6	1 52		7 42 19
	9	6		3 1	7 26 15
	8	6 4 31	5 16		7 12 32
	6.7	6 4 54	5 40		8 10 40
	6	6 8 26,4	9 11,8	9 57	7 29 55
	9	6 11 0			5 36 47
	7.8	6 11 37	12 21		5 50 27
	9	6	12 57,5		6 1 14
	8.9	6		13 0	5 59 49
	7.8	6	14 37,8	15 21,5	6 2 28
	7.8	6	14 44,7	15 28,5	6 6 51
	7.8	6 14 44,7	15 29		6 6 28
	8	6		18 47,2	6 45 36
	8	6	18 59	19 43	6 57 45
	7.8	6	20 42,2	21 26,4	6 37 53
	6	6	23 49,6	24 35,2	7 23 20
	7	6 24 48	25 34	26 19,5	7 59 30
	6	6	27 2,3	24 43,2	8 14 23
13 Lynx.	6	6 28 37	29 23,5	30 10	8 29 22
	7	6 30 25		31 54	7 2 9
E. double.	7	6		31 54,5	7 2 9
	9	6	34 28		5 45 14
	9	6	35 53		5 23 35
	9	6 37 14			7 18 30
	9	6	37 29	38 13,5	7 1 31
	7	6 43 45,5	44 29,4	5 13,4	6 15 5
	9	6		51 57,7	7 16 45
	7	6 53 55	54 40	55 25	7 3 19
	6.7			57 18,5	5 56 39

* Ces quatre étoiles ont été observées audessous du pôle, les deux autres sont voisines du zénit.

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
21 fév.					+ 1 18
Du Lynx.	8	7	3 14	3 57,8	6 24
	8	7 5 25	6 9,5		6 46 58
19	5	7 5 26,5	6 11		6 46 49
	8	7		6 56,5	6 50 23
	7.8	7	8 20,2	9 6,2	8 4 49
	7.8	7	8 27,6	9 13,6	8 3 13
	5	7 19 22,2	20 7,8	20 52,5	7 19 14
	5.6	7 22 17,5	23 0,3	23 43,2	5 28 53
	6	7 24 41,5	25 26	26 9,5	6 21 16
	7.8	7 28 45	29 30		7 15 0
	7	7 29 44,5			7 6 20
	7	7 29 45			7 14 13
	5	7 34 16	34 59,2		5 45 25
	6	7 37 16	38 0		6 16 55
52 Giraf.	6	7	39 50,5	40 36,5	8 9 43
	6	7	45 9,5	45 53	6 8 22
	9	7	46 30,2		6 10 15
	9	7		46 46,6	6 17 52
	6.7	7	51 15,2	51 59,5	7 0 21
27 Lynx.	4.5	7 52 25		53 47,5	3 13 5
	7	7		54 6,5	6 58 17
	6	7 56 13,6	56 59,8	57 46	8 15 34
	5	7 56 44,5	57 30,5	58 16,5	8 11 11
	5.6	8 22 24	23 6,7	23 49,2	5 14 24
α Cygne.	2	8 34 7 7	34 42	35 18,7	86 22 25
	9	8		38 33	6 50 39
	8	8 40 32	41 19	42 5,5	8 47 49
ι G. Our.	4	8 44 39,5		45 55,5	89 58 41
κ.	4	8 49 7,5	49 44,2	50 22,7	89 5 56
15 f G.O.	5	8 53 48	54 29,3	55 10,2	3 53 44
	9	8 57 15	58 0	58 45,5	7 20 48
		9		0 38	7 55 5
	6.7	9 5 26,7	6 8,8	7 50,8	4 26 48
	9	9	9 7,8	9 52	7 11 45
	6.7	9 13 52,8	14 38		8 16 15
	6.7	9 14 25			7 46 22
θ G. Our.	4	9 18 32,9	19 14,7	19 55,6	3 44 48
	9	9		22 47	9 0 5
	7	9 25 10,5			5 53 48
	7	9 25 54			5 25 32
44 Lynx.	7.8	9	33 1,8	33 49,6	9 12 5
	8	9		35 19,8	6 20 0
30 φ G. O.	5	9 37 29,5	38 13,2	38 57,2	6 9 27
	7	9 41 55	42 39,2	43 22,8	6 21 1
	7	9		46 20	8 35 16
	5	9		46 34	8 55 39
	6	9	51 3,3	51 47	6 1 16
	9	10		1 29,5	8 20 52
	8.9	10	4 1	4 46,8	8 3 37
	6.7	10 6 36,2	7 20,6		6 23 5
	6.7	10		7 51	5 56 36
	7.8	10 12 36	13 20	14 4	6 35 17
	8.9	10 16 2	16 47	17 31,5	7 0 45
	7.8	10 20 14,4	20 58	21 41	5 41 40
	7	10		25 10	8 58 2
	6	10		27 12	5 52 46
	8	10		32 42,8	4 37 45
	6	10	38 33,5		8 27 54
43 g. Our.	6	10	38 37,5	39 24,5	8 48 30
44 g. Our.	6	10	41 15,2	41 59,5	6 49 1
	9	10		43 14	5 43 45
	8.9	10	45 26 2	46 12,2	8 4 43
β g. Our.	2	10 48 47,3	49 33,5	50 20,5	8 37 24

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
21 fév.					+ 1 18
α G. Our.	2	10	51 7,5	52 2,8	13 59 56
	9	10 52 48,5	53 33,5	54 18	7 3 19
	7	10 55 30	56 12,5	56 54,8	5 4 30
	6.7	10	57 35	58 16,3	3 38 3
	6	10		58 40,5	6 21 42
	6	10	59 44,5	0 28	6 24 17
	6	11	0 55,5	1 40,2	7 9 10
	7.8	11		2 31,9	7 40 26
	6.7	11		3 36,5	5 12 36
	6.7	11	4 24,2	5 6,7	5 1 55
	7	11	6 49	7 35,8	8 27 34
	7	11 8 54	9 35,5	10 17	4 2 8
	5	11 13 44,5	14 30,5		8 7 7
	7.8	11	16 48	17 33,5	7 56 30
	6	11		19 40,1	6 38 25
	7.8	11	21 10	21 55,5	8 22 0
	7.8	11	22 22,5		7 51 39
	5	11	23 55,5	24 40,5	7 3 50
	7	11		26 17,5	8 25 12
	9	11	28 28,5	29 10,7	4 28 11
	9	11 28 41	29 22,5		4 31 55
γ Céphée.	3	11	31 38	33 25	54 38 17
G. Our.	5.6	11 35 20	36 6	36 51,5	7 54 56
G. Our.	8	11	37 49		7 49 26
	6	11	39 31,5	40 15,5	6 32 19
γ g. Our.	2	11 42 29,4	43 13	43 56,5	5 58 58
66.	6	11	45 25	46 11,8	8 53 11
	9	11	48 14,5		6 46 34
	9	11		49 45,5	6 51 27
	8.9	11 54 38,8	55 20	56 2	4 13 21
	9	11	55 21	56 3	4 13 21
β Cassiop	2.3	11 57 52	58 39,8	59 27,2	73 4 37
68 g. O.	7	12	1 42	2 29,5	9 20 33
	7	12		3 25,2	4 13 51
δ g. Our.	2.3	12 4 39,2	5 27	6 14,5	9 19 11
1 Des Ch.	6	12	7 34	8 17,3	5 38 53
de Ch.	9	12 10 28,5		11 55	5 36 17
5.	6	12	14 16,5	14 57 8	3 50 53
	8	12 15 59	16 43	17 28	6 52 19
73 g. Our.	6	12	18 1,5	18 47,5	7 59 48
	6	12 20 34,5	21 17,5		5 20 53
	8.9	12		26 9,2	3 38 26
	7	12	28 40.2	29 25	7 7 45
	9	12	30 2,5	30 49	8 16 42
	9	12	35 11,4	35 52,5	4 2 30
	8	12 38 27			4 43 20
	8	12		41 49,2	7 1 24
ε g. Our.	3	12 44 27,7	45 13,5	46 0,2	8 13 16
Polaire.	2	12 40 54,7	54 7,5		42 55 11
	5.6	12		48 16,5	6 21 36
78 g. Our.	6	12 51 23		52 56,1	8 37 40
	8	12		56 50,6	6 6 24
	8.9	12		58 54,5	9 16 12
	9	13 0 35,5	1 22,4	2 10,3	9 4 15
	9	13	4 22		4 8 45
	8	13		6 9	8 55 2
	6.7	13		6 15,5	8 56 40
		13		8 12	5 38 9
ζ g. Our.	3	13 15 11	15 55	16 41,5	7 8 45
	7	13 15 12	15 56	16 42,2	7 8 30
	8	13	16 57		7 6 52
80 g. Alc.	5	13 16 31	17 16,2	18 1,8	7 12 17
81.	5.6	13 25 44,9	26 30,6	27 15,7	7 32 56

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
21 fév.					+1 18
	7	13		29 28	4 53 4
	7	13		30 9	4 47 16
82 Ourse.	6	13 31 9			5 6 22
	8	13 32 19	33 1,5		4 57 37
	7.8	13	32 46	33 28,5	5 22 48
	7.8	13		33 15	5 18 0
	7	13		35 56,5	7 54 33
	7	13 36 1,2	36 47,5	37 33	7 48 50
	6.7	13 37 9,5		38 41,2	8 4 32
η G. Our.	3	13	39 45,2	40 24,4	1 29 18
	8	13	43 39	44 22,9	5 27 10
86 G. Ou.	7	13		47 19	5 53 9
	8.9	13 48 59,5	49 43	50 27	6 2 36
α Dragon.	2	13 58 8,7	59 9	60 9	16 29 53
	8.9	14 5 44,5	6 24,5		3 53 44
κ Bouvier.	5	14 5 45,5	6 25,5		3 53 53
	7	14		10 6	4 38 19
	8	14	10 32,5	11 16 5	6 38 26
	6.7	14 11 41,5	12 26,5	13 11	6 57 14
	9	14		14 17	4 15 37
	8	14	15 23	16 6,5	5 36 7
	9	14		17 3,5	5 53 30
	7	14 17 59,2	18 42,5	19 25,2	5 49 45
	9	14	19 9	19 52 2	5 47 15
		14	22 36,2	23 19.	5 44 30
		14 25 30,2	26 25	27 10,4	7 26 53
	8.9	14		28 33	7 16 52
33 *h*. 1.	6.7	14 30 50	31 30,6		3 56 42
	5.6	14 30 21		32 48	6 3 26
	8	14	37 17	38 0	5 48 32
	7.8	14 40 4	40 50,2	41 36,9	8 37 10
	7	14 42 30	43 13,5	48 57	6 13 39
	9	14		50 25,5	5 37 35
	9	14 53 15	54 0,2	54 44	6 57 25
	6.7	14 57 19	58 4 5		7 59 4
	8	15		0 52,4	7 36 46
	7.8	15		5 12,5	9 2 24
	7.8	15	6 50,5		7 56 14
	7.8	15 7 7,7	7 53,2		7 57 18
	9	15	8 37,6		8 1 32
	8	15		16 34	4 13 19
	8.9	15		17 55	7 33 54
12 ι Drag.	3	15 19 54,5	20 44	21 34	10 49 28
	6.7	15	24 1		7 2 18
	6	15 29 29		31 46,5	5 44 42
	7	15 31 54		33 21,2	6 14 15
	6.7	15		40 3	4 45 53
	5	15 47 7,5	47 52,5		7 39 23
	5	15 52 34		54 1,9	6 28 8
	8	15 55 1,2	55 44,6	56 27,8	5 40 55
	5	15	57 13,6		4 42 30
13 θ Drag.	3	15	58 26,3	59 20	10 14 55
	6	16 3 13	3 52	4 32,2	1 51 30
	8	16		5 16,7	4 34 47
	8	16		6 30	4 42 44
	5.6	16		11 51,5	4 53 13
		16 13 10,5	13 48,9	14 27,8	0 30 16
	5	16	15 35	16 16,5	3 39 58
	7	16		17 15,2	6 0 22
	6	16 19 28	20 13,5	21 57,5	6 57 19

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
21 fév.					+1 18
Dragon.	5	16 19 34	20 18,5	21 3	6 48 34
	6	16	21 29,5	22 23,5	13 17 44
η Dragon.	3	16	21 38	22 32	13 6 8
	6	16	25 59	26 35	87 10 28
	5	16		28 34	1 42 46
16 Drac.	4	16 31 0,5	31 42,5	32 25	4 26 57
17 Drac.	5	16 31 3,5	31 44,7	32 27,5	4 28 24
	5	16	34 14	34 59,8	7 33 4
	6	16 38 24	39 9,2	39 54,2	7 12 9
	4.5	16 41 0,4	41 47,2	42 33,9	8 16 52
24 fév. *					
Chévre.	1	5 0 59,3	1 35,5	2 11,5	86 53 43
	8	5	16 31		10 28 43
	9	5	16 50		10 37 50
	9	5 18 45			10 19 55
	8	5	20 4,2	20 51,5	9 2 24
β Dragon.	2.3	5 25 18	25 58,7		78 35 21
29 Giraf.	6.7	5 32 3	32 49	33 34,5	7 57 4
		5 35 28	36 15	37 0,5	8 5 51
		5 39 33,5	40 22,5		10 27 47
	7	5		40 59,2	6 43 21
	8	5		41 27,5	6 58 56
34 Giraf.	6	5	42 25,5	43 9,2	6 24 26
	8	5		43 35,2	8 0 22
	7	5 44 28,5	45 15	46 0,5	8 7 0
	9	5		47 36,5	8 56 54
37 Giraf.	5.6	5 50 44	51 33	52 22	10 3 46
	8	5	56 42		8 53 42
	8	5 58 41	59 28		8 35 10
	7.8	6 0 44	1 30,2	2 15,2	7 42 20
	6.7	6 4 31,8	5 18,5	6 4	8 10 39
	6.7	6	7 40,5		9 48 42
5 Lynx.	6	6 7 46		9 21,5	9 37 55
	7	6		8 10,5	9 38 20
6.	6	6 11 50,2	12 38	13 25,5	9 25 3
	8.9	5 13 44,5	14 33,2	15 21,5	9 59 27
	9	6	15 43	16 29,5	8 16 27
	6	6 17 15,7	18 4,2	18 52	9 22 40
	8.9	6	17 29,8	18 17	9 14 49
	6	6 19 43,5		21 16,2	8 27 57
11 Lynx.	6	6	19 54,2		8 7 38
	7	6		23 48,5	8 10 19
	7.8	6 24 26	25 12,2		7 59 30
		6 25 53,7	26 40	27 26	8 14 23
13.	6	6	29 1	29 47,5	8 29 19
	9	6		9,5	8 34 30
	9	6 33 27,5		35 0,7	8 39 30
	8	6		33 46,6	8 33 8
15.	5	6 38 20	39 8,6		9 47 50
	6.7	6 38 34	39 21		8 55 50
α Cygne.	2	8 33 55,2		35 5,2	86 22 45
ι g Ourse.	4	8 44 25,5	45 3,4	45 41,8	89 58 39
κ g. Our.		8 48 54,2	49 32,4	50 10	89 5 55
	7.8	8 55 32,5	56 22,5	57 12	10 40 30
	7	8		57 57,5	8 54 34
17 g. Our.	5	8 59 29,5	60 16,3	61 3,1	8 43 10
	8	9	2 10	2 57	9 27 45
	5.6	9 5 31,5	6 18,5	5 5,5	8 41 47
		9	8 46,5	9 31,2	7 11 44

* *Nota*. Après avoir changé la position du mural.

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
24 fév.					+ 1 18
α Céphée.	3	9 15 6,2	13 58,8	14 52,0	69 22 45
θ G. Our.	4	9 18 14,5	18 54,5	19 37	3 44 49
	7,8	9 20 48,5	21 36,2	22 23	9 0 54
β Céphée.	3	9 25 11,5	26 24	27 37	61 27 11
44 Lynx.	5	9 30 51	31 38	32 25,8	9 12 3
	9	9 33 52	34 39		9 18 27
29 υ G. O.	4	9 35 9	35 59,6	36 49,4	11 8 7
	8.9	9 38 21	39 9,5	39 57,5	9 47 8
	5.6	9 41 45,5	42 33,3	43 21	9 31 36
	5.6	9 44 36,5	45 23,7		8 55 38
	8	9		45 56	8 35 16
	9	9	47 29	48 14	7 43 48
	8	9	49 1	49 47,5	8 47 27
	9	9		50 23,2	9 35 56
	7	9	52 21	53 6,2	7 54 4
	8.9	9	52 45,5		7 47 29
	9	9		56 25,5	7 25 44
	7.8	9 58 22,6	59 11,6	0 0,4	10 8 30
	8.9	10 2 52,4	3 39	4 25	8 3 37
	6	10 6 15,2	6 59,4	7 43,4	6 23 5
	8.9	10		13 16	11 19 53
	7.8	10		14 32	11 6 43
	8	10	17 8		8 45 25
36 G. O.	5	10		17 58	8 10 15
	9	10 21 8,5	12 4,5		8 21 41
37.	5	10		22 24	9 16 37
	7	10 23 13,5	24 0,3	24 46,5	8 38 0
39.	5.6	10 29 38,5	30 26,7	31 14,9	9 2 55
40.	7	10	32 50		9 8 14
41.	6.7	10		33 59	9 35 15
43	6	10 37 27,5	38 14,8	39 1,3	8 48 28
44.	6	10 40 10	40 54,5	41 38,5	6 49 3
	9	10		42 11,5	7 2 9
	7	10	43 33,2	44 21,2	9 44 20
	9	10		45 49,5	8 4 40
β G. Our.	2	10 48 23,6	49 10,5	49 57	8 37 22
α G. Our.	2	10	50 40	51 34,6	13 59 52
	9	10	54 13,6	54 59	8 20 34
	7.8	10 55 54,5	56 43,5	57 32,2	10 7 39
	8.9	11 0 46,2	1 34		8 31 44
	7.8	11 5 40,2	6 26,5		8 27 30
	6	11 9 0	9 47,0	10 34,8	9 20 30
	5 6	11 13 22	14 8,2	14 54	8 7 7
	7.8	11 15 40	15 26	17 11	7 56 30
	6	11	17 58,5	18 45,2	9 0 46
	7	11 18 10	18 57,2	19 44,2	9 1 10
	8.9	11		21 33,2	8 22 0
	9	11		22 46	7 51 39
		11		24 18,9	7 3 52
	6	11 28 8,2	28 57		10 15 0
γ Céphée.	3	11 2	31 32	33 19	54 38 15
	5	11	35 45,9	36 29,5	7 54 52
γ G. Our.	2	11 42 8,5	42 52,2	43 35,6	5 58 57
β Cassiop.	2.3	11 57 39,8	58 26,5	59 14	73 4 34
	7	12	1 17,6	2 5,5	9 20 30
	7	12		2 42	7 59 42
δ G. Our.	2.3	12 4 15,7	5 3,2	5 50,5	9 19 11
	8	12 6 35,2	7 22		8 34 10
70 G. O.	6	12 9 51,6	10 4,7	11 29	10 9 13
	9	12	12 35,7	13 21,5	8 7 13
71.	6	12 14 15,8	15 3	15 49,5	9 3 42
73.	6	12 16 53,3	17 38,5	18 25,3	7 59 46
	8.9	12 18 53,[illegible]	19 41	20 27,2	8 37 24

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
24 fév.					
74 G. O.	6	12		20 58,5	10 40 51
75 Inc.	5.6	12		21 3,5	11 2 54
	9	12	22 45,2	23 32,5	9 15 42
	9	12	24 54,5	25 34,5	10 30 5
	9	12	25 9		8 51 22
	8	12	26 31,4		9 6 12
	9	12	27 18	28 4,7	8 57 0
	9	12	29 40,2	30 26	8 16 42
	8	12 32 17,2	33 5	33 52	9 16 20
	10	12	34 5	34 53,2	9 24 10
ι G. Our.	3	12 44 5	44 51,1	45 37,5	8 13 18
	9	12	45 45,5	46 32	8 21 45
Polaire.	2	12 42 44,5			
G. Our.	8	12	46 34	47 19,5	8 27 14
	8	12	48 19		9 56 52
	9	12		48 43,5	9 59 15
25 fév.					
13 Lynx.	5	6	29 1,6	29 47,5	8 29 20
15.	5	6 38 21,2	39 9,4	39 57,3	9 4 5
	7	6	45 18,2	46 5,6	9 19 43
	7	6		48 20,5	11 12 39
17.	7	6	50 49,7	51 41,5	2 15 17
	8.9	6		51 49	12 10 24
	7.8	6		53 43,5	11 39 47
	7.8	6 56 17,5	57 8		11 14 0
18.	6	6 56 45,5	57 35,5	58 25,6	11 6 41
	9	6		59 23,5	11 22 52
	7.8	7	1 41		10 43 57
	9	7		1 9,5	10 36 7
	7	7	3 54,2	4 44,5	11 23 24
	9	7	8 51,7	9 41,2	10 39 55
	9	7 14 49	15 39		11 35 45
	10	7 15 22,5	16 13,5		11 25 6
	7.8	7		19 59,2	12 6 0
	9	7	24 12,5		12 40 0
	9	7 24 26			12 44 41
	8.9	7		29 48,5	10 7 56
	9	7		31 28,7	8 41 52
	9	7	32 47,5	33 36,7	10 40 48
	7 8	7	34 10,8	35 0,5	11 8 5
	8	7	36 16,5	37 4	9 51 18
	7.8	7 42 53,8	43 43,5	44 33,5	10 43 6
		7		46 18,5	8 57 27
	8.9	7 47 13,5	48 1,5	48 49,5	9 28 14
6 Mars.					
La Chèv.	1	5 1 2	1 38,2	2 14	86 53 28
β Drag.	2.3	5 25 24	25 4,6	26 46,3	78 34 50
	7.8	5 28 27	29 13,2	29 58,5	7 56 [illegible]
	6.7	5	32 52,5	33 38,2	7 56 52
	7	5	40 19,5		
Giraffe.	8	5		41 32	6 58 43
40 Giraf.	6	5 56 6,2	56 56,8	57 46,5	11 9 21
	7	5	57 37		10 22 28
1 Lynx.	5.6	5	58 40,5	59 32,6	12 55 49
	9	6		1 28,5	11 1 17
	9	6		2 12	11 2 2
4 Lynx.	6.7	6	3 32,8	4 22,5	10 33 40
	8	6	5 27,5	6 17,2	11 16 56
	7.8	6		8 15	9 38 23
5.	6	6		9 25,5	9 37 56
	7.8	6		12 28,5	11 22 35

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
6 mars.					+ 1 18
6 Lynx.	6	6 11 53,5	12 41,5	13 29,5	9 25 2
8.	6	6 17 42,5	18 35,5	19 28,5	12 45 47
10.	7.8	6 18 52	19 25,2	20 17,5	12 44 55
	8	6 20 53	21 40,7	22 28,2	9 22 39
	8	6 23 9,2	23 59,2	24 49,2	10 59 27
	8	6 [illegible]	26 57,5		10 45 10
12.	5.6	6 26 57,7	27 47,2	28 36	10 45 11
	8.9	6 32 28 5	33 18	34 6,5	10 38 47
14.	5.6	6 33 50,2	34 39,6	35 29,5	10 47 41
15.	5	6 38 24,5	39 12,7	40 1	9 47 2
	9	6 43 0	43 53		12 2 5
	7	6 46 43	47 34,5	48 24	11 12 5
	7	6 50 1	50 53,5	51 49,5	10 15 10
	9	6 50 8,5	51 0,8		12 10 21
	8	6	52 36,2	53 46,7	11 59 45
	6	8	5 5,8		12 23 50
	9	8	7 7,7		8 11 18
1,0 G. O.	4.5	8 11 57	12 49,8	13 42	12 31 22
5.	8	8 16 9	17 5	17 54,5	10 25 25
	7	8 21 14	22 5		11 46 38
	8	8	23 39,5	26 28	10 55 15
	8 9	8	26 20		10 52 50
	9	8	29 17,5		10 4 6
α Cygne.	2	8 34 0,6	34 55,6	35 10,8	86 22 11
	8.9	8 40 23,4	41 12		10 7 54
ι G. Our.	4	8 44 29,8	45 8	45 45,8	89 53 38
κ G. O.	4	8 48 59	49 37	50 14,5	89 5 55
	8	8	53 43	54 35	11 6 33
	9	8	54 16,5		11 12 50
16 c.	5.6	8 56 49	57 43	58 56,5	13 23 35
	7	9		7 9	8 41 47
α Céphée.	3	9 13 12,3	14 5	14 58,2	69 22 46
θ G. Our.	4	9 18 18,8	19 0	19 41,5	3 44 47
	9	9 22 53	23 43,5	24 32	10 36 5
β Céphée.	3	9	26 30,5	27 42,5	61 27 3
44 Lynx.	6	9 30 55	31 42,5	32 30	9 12 6
29 υ G.O.	4.5	9 35 13,5	36 4	36 54	11 8 4
	7.8	9 41 50			9 31 45
	9	9 43 51			10 52 2
	8.9	9		44 35	11 3 48
	8.9	9 58 27	59 16	60 4	10 8 30
	6.7	10		1 30	12 8
	6.7	10 1 35		2 26	12 18 18
37.	5	10		22 29	9 16 38
	9	10	27 24,5	28 14	11 53 22
39.	6	10		31 18,4	9 24 55
41.	6.7	10	33 15,5	34 5,3	9 35 14
42.	5.6	10 37 21,3	38 12,2	39 3	11 32 51
	7	10 42 49	43 37,5		9 44 23
β G. Our.	2	10 48 28	49 15	50 1,8	8 37 23
α G. Our.	2	10		51 39	13 59 54
	8	10	56 48,7	57 37,3	10 7 40
	8.9	10	59 17,2	0 6,7	11 9 15
	6	10 8 32	9 22	10 12	10 45 0
	6	11 16 8	17 4		14 2 6
	8.9	11	19 28	29 19 5	11 58 30
	5.9	11	19 29	20 21	11 58 30
	6	11		21 22	13 21 42
	9	11 23 8,5	23 58		10 28 55
	7.8	11 28 12,2	29 1,4		10 15 0
γ Céphée.	3	11	31 38	33 25,2	54 38 12
γ G. Our.		11 42 13,6	42 57	43 40,5	5 58 55
	9	11 45 43,5		47 21,8	10 35 6

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M.
6 mars.					+ 1 [illegible]
G. Ourse.	9	11		46 6,8	10 27 24
[illegible]	9	11 49 2,8	49 53,7	50 44,7	11 38 25
β Cassio.	2.3	11 57 45,5	58 32,1	59 20	73 4 34
	7	12	1 22,8	2 10,2	9 20 2
δ G. Our.	2.3	12 4 20,5	5 8	5 55	[illegible]
70 G. O.	6	12 9 56,3	10 45,5	11 34	10 9 1
74.	6	12 19 24,4	20 14	21 3,4	10 40 4
		12		27 22	9 6 14
α Casiop.	3	12	29 6,5	29 50,6	75 40 2
	8	12	33 9,5	33 56,6	9 16 19
	6.7	12 38 43	39 37,5	40 27,6	12 35 [illegible]
ε G. Our.	3	12 44 10	44 56,7	45 42,3	8 13 16
Polaire.	2	12 42 48,5	55 48,5	9 18,5	42 55 6
	8.9	12	48 23,6	49 12,4	9 56 53
78 G. O.	6	12 51 4,5	51 51,2	52 38	8 57 10
	6.7	12	54 7,8		11 57 5
	7.8	13	1 4	1 50,6	9 41 7
	9	13 4 15,5	5 3,5	5 50,5	8 55 0
	8	13 4 21,8	5 10	5 56,2	9 56 36
	8.9	13 11 21	12 12,6	13 4	12 4 50
ζ G. Our.	3	13 14 53,5	15 39,5	16 23,5	7 8 44
	7	13 14 54,5	15 40,5	16 24,5	7 8 32
	8.9	13	16 40,6		7 6 53
80 g. Al.	5	13	16 59,5	17 43,8	7 12 18
		13	20 16	21 3,5	10 25 8
———	5	13		21 42,5	12 9 6
	9	13		22 6	12 7 58
	10	13		24 46,5	11 9 15
81.	5.6	13	26 13,5	26 58,5	7 52 52
	10	13 28 25	29 11,5		8 54 21
	10	13	30 14	31 1	8 58 46
	6.7	13 32 1,3	32 48,6	35 36,5	9 23 26
	7.8	13 35 55	36 47	37 39,5	12 19 18
η G. Our.	3	13 38 55	36 34,6		1 29 22
Dragon.	7	13 42 51	43 21,8	44 11	10 42 3
	10	13	54 40,5	55 31	11 40 56
	9	13		58 23	11 8 5
	8	13	58 18,5	59 8,5	10 59 36
	7	14	2 23,5		11 27 18
	6.7	14		5 20,2	10 39 48
	10	14	7 14,5		10 15 5
	8.9	14 9 16,5	10 5,7		10 10 1
	8	14 15 50	16 41,2	17 32,7	11 51 1
	8	14	20 26,5	21 12,5	8 6 9
	10	14		23 48,5	9 13 26
	7	14	28 5	28 52	9 7 20
	7.8	14		36 0	9 59 17
	8.9	14 38 26	39 18,5		12 3 40
	8	14 40 53,5	41 44,5		11 42 33
	10	14	43 21,2	44 11,3	11 38 59
	8	14 48 8	48 59		11 29 22
	10	14	51 23,5		11 20 44
	8	14		52 45	9 57 0
	7	14	54 41		7 39 21
	6	14	56 40,5	57 32	12 9 4
	7.8	14 57 49	58 40	59 31	11 57 55
	8 9	15 0 40	1 31,5	2 23	11 45 33
	9	15	3 4,5	3 52	0 55 2
	8 9	15		7 25	10 57 57
[illegible]	7.8	15	13 33,2		10 40 44
[illegible]	7.8	15	13 59,5		10 23 16
ι Dragon.	3	15 19 33,5	20 24	21 13,2	10 49 31
	5.6	15 22 56,5	23 48,5	24 42,2	12 31 2

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
6 mars.					+ 1 18
Dragon	9	15 26 43,5	27 34	28 25,2	11 32 58
	10	15	31 12	32 2,5	11 29 40
	6	15 33 52,5	34 40,5	35 28,5	9 43 35
	9	15 40 26	41 14		9 2 6
	9	15	43 30		11 15 5
	7	15	43 37,2		11 20 9
	8	15	47 3,2	47 49,5	8 53 39
	5. 6	15 51 4	51 54,5	52 43	10 38 24
θ Dragon.	3	15 57 17,3	58 6	58 54,5	10 14 56
	6	16	6 29,5	7 19,5	11 32 18
	8	16 11 21		13 0	10 7 5
	4. 5	16		14 42,5	11 23 13
Dragon.	9	16 16 12,5	17 1	17 51	11 23 27
	9	16	19 10,5	10 1,5	11 38 54
	6 7	16	21 8		13 17 40
φ Dragon.	4	16	21 16,5	22 9,5	13 6 40
	8. 9	16 29 48	30 38,5	31 29	11 13 58
	8	16		32 59	12 1 2
	5	16	38 53,2	39 38	7 12 9
	4. 5	16 40 43	41 28,8	42 16	8 16 55
	6	16 43 37,5	44 24,6	45 11,5	8 58 43
	5. 6	16 51 18	51 18	52 8,5	11 49 17
	5	16	55 41,2	56 26,8	8 7 19
Chèvre.	1	17 0 57,5	1 33,5	2 9	85 10 48
β Dragon.	3	17	25 57	26 38	3 35 11
7 mars.					
Chèvre.	1	5 1 1,3	1 37,2	2 13	86 53 37
ζ Dragon.	3	5 25 24,5	26 5,5	26 47,2	78 35 5
29 Giraf.	6	5 32 6,5	32 52,5	33 38	7 57 0
	7	5 36 44,3	37 29,1	38 13,5	6 45 39
	7	5 39 34,5	40 19,5	41 3,5	6 43 30
	7	5	39 40,5	40 24,6	7 1 9
	8	5		41 31	6 58 37
37.	5. 6	5 50 47,5	51 36,6	52 25	10 3 45
38	7	5		53 15,5	10 18 12
40	6. 7	5 56 6,2	56 56,4	57 46	11 9 21
	6. 7	5		58 25,3	10 22 2
2 Lynx.	5. 6	6		2 3	10 11 10
4.	6	6	3 33,4	4 22	10 33 35
	9	6	6 23,5	7 18	13 53 41
	7. 8	6		8 13,7	9 38 18
	7. 8	6		8 32	9 48 40
5.	6	6	8 38,5	9 25,2	9 37 57
6.	6. 7	6 11 53,5	12 41,9	13 29,2	9 25 3
8.	6. 7	6 17 43,6	18 36	19 28,4	12 45 45
10.	8	6 18 32	19 25	20 18	12 44 5
	7	6	24 21	25 16	14 15 35
	9	6	26 17	27 9,5	13 57 17
14.	5	6 33 50,2	34 40	35 30	10 47 48
	9	6	48 47	49 42,5	13 45 8
	7. 8	6 50 1	50 55,3	51 49,5	13 33 51
	7. 8	6 52 18,4	53 13,2	54 7,5	13 42 9
	8. 9	6 54 49,5	55 44	56 38	13 35 22
18.	6	6	57 38,6	28,7	11 6 40
7. Hév.	7	6		58 1,5	11 13 56
	9	6		59 33	11 22 50
46 Giraf.	7	7	1 44,2	2 33,6	10 43 57
	8	7		1 53	10 36 10
47.	6. 7	7	3 57,5	4 47,5	11 23 24
	8	7		6 1	12 56 47
	8 9	7 8 34,5	9 28	10 22,2	13 23 44
Giraffe.	6. 7	7 12 18	13 12,5	14 5,5	13 17 52

1790		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S
7 mars.					+ 1 18
Giraffe.	9	7 15 25,5	16 16,5		11 23 4
	9	7	15 43	16 33,1	11 33 42
	8. 9	7 18 46,5	19 33,2	20 19,6	8 25 20
48.	7	7 21 7,2	21 57,2	22 48	11 8 14
	8	7 23 28,2	24 21,2	25 13,7	12 44 38
49.	6	7 26 20,4	27 25,5	28 21,2	14 26 8
	7	7 28 58,5	29 50,7	30 41,5	11 54 43
	7	7 31 9,5	32 1,5		11 57 45
	7. 8	7	34 13,5	35 3,8	11 8 0
	7. 8	7 35 31	36 19,5	37 8,2	9 51 15
		7 38 46	39 32,5	40 18,3	8 9 38
53.	6	7 42 56	43 47,5	44 39,2	11 59 58
	9	7	44 34	45 25,2	12 5 41
	6	7 47 17	48 5,2	48 52,5	9 28 17
	6	7 47 40,5	48 30,6		10 56 30
	5	7 52 4,5	52 53,2	53 41,2	9 57 55
	5	7 56 25,5	57 12	58 58	8 11 9
	6	7	56 41,5	57 27,5	8 15 35
56 Giraf.	6	7		59 0,5	12 6 58
29 Lynx.	5	8	0 24,5	1 15	11 19 0
57 Giraf.	5. 6	8		1 53,5	14 15 20
58 incon.	5. 6	8 2 44,5	3 32,2	4 20	9 30 7
69.	6	8	5 5,5	5 57,4	12 23 52
C. 1772.	8	9 7 16,6	8 6	8 58	12 27 0
23 h. g. O.	3	9 13 55	14 53		15 5 2
θ G. Our	4	9 18 19,8	19 0,5	19 41,8	3 44 47
β Céphée.	4	9 25 19	26 32	27 44	61 27 5
	8. 9	9 32 41	33 52,5	34 24	12 10 49
	7. 8	9 38 17		40 1,5	12 1 5
	6. 7	9 38 49	39 43	40 36,2	13 12 51
	7	9		44 35	11 3 50
	8	9 51 26,2	52 20	53 13	13 3 2
	8	9	55 9	56 6	15 3 45
	6	10		1 29,5	12 8 5
	6	10	1 34,5		12 18 18
	8	10 6 31,5	7 25	8 18,5	13 4 45
	7. 8	10 12 55	13 47	14 37	11 46 39
	7	10 23 43	24 35,5	25 27,5	12 20 14
39 G O.	6	10 29 43,2	30 31,5	31 19,6	9 24 52
β Gr Our.	2	10 48 28,2	49 15		8
α G. Our.	2	10 49 49	50 44,5	51 39,3	13 59 47
	7. 8	10	50 23		13 54 5
	7. 8	10 55 31	56 22,3	57 13	11 27 54
	8	11	1 21,4	2 17,2	14 32 18
	7	11		5 47	12 12 8
	7	11		5 55,5	12 31 54
	8. 9	11 11 48.5	12 39,8	13 31,3	11 55 56
	5	11 16 8,5	17 3,5	17 58,5	14 2 6
	5	11	20 27,6	21 21,5	13 21 56
	8	11 28 26,5	9 18,5		12 23 40
	7	11 28 41,5	29 36,5		13 7 22
	9	11		34 16	12 19 41
	7	11	35 49	36 42,6	13 41 7
	9	11 38 34	39 27	40 22	13 38 17
γ G. Our.	2	11 42 13,6	42 57	43 40,5	5 58 55
	5	11 45 1,5	45 56,5	46 50,4	13 50 11
	6	11 46 30	47 25,2	48 19,5	13 45 0
	7	11	48 25,5	49 19,6	13 37 12
	9	11		50 45	11 38 20
	9	11 52 23	53 17,3	54 11,2	13 41 18
β Cassiop.	2. 3	11 57 45	58 32,7	59 20,6	73 4 30
δ G. Our.	2. 3	12 4 20,5	5 8	5 55,2	9 18 8
	7. 8	12 9 30,5	10 25,5	11 19,2	13 35 37

1790.	..	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
7 mars.					+ 1 18
G. Our.	7	12	12 4,5	12 58,0	13 52 34
	8	12	15 9,5	12 2,2	12 58 44
	9	12	17 51,5	18 46	13 25 59
	6	12	32 24,2	33 21	14 58 56
	6.7	12	33 55	34 49,8	13 25 19
	9	12		35 42	13 21 41
	6	12 38 41,9	39 35	40 27,3	12 35 0
ε G. Our.	3	12 44 9,5	44 56,5	45 42	8 13 16
Polaire.	2	12 42 50	56 3		
	5.6	12	58 7,7	59 3,3	14 17 7
	6	13	1 46	2 41,5	14 27 54
	9	13 11 20,6	12 12,8	13 4,8	12 4 39
ζ G. Our.	3	13 14 53,8	15 40	16 24	
		13 16 14,5	16 59	17 44	7 12 17
	5	13	20 50,8	21 41,5	12 9 0
	9	13 25 24,2	26 17,5	27 11	12 58 57
	6	13 32 1,5	32 48	33 37	9 25 25
η G Our.	3	13 38 55	39 35	40 13	1 29 15
	5	13		43 54,6	13 39 23
		13 55 38,5	56 33,5	57 27,5	13 48 25
α Dragon.	■	13	58 44,5		16 29 52
		14	2 25	3 14	11 27 31
	9	14 11 3,4	12 59,5	13 54	14 2 40
	7	14 15 53	16 46,5	17 39,4	13 2 42
	8.9	14 20 56,5		22 38,6	11 47 0
	9	14 24 41		26 25	12 26 45
	5.6	14 25 16,5	26 9		12 16 18
	6	14 36 3	36 57	37 50	13 16 57
	7	14 38 5,5	38 59,2	39 53	13 6 24
	5	14		47 4,8	11 16 5
	8	14	48 59	49 49	11 29 19
	8	14 53 15	54 9	55 3,6	13 37 42
	6	14		57 32	12 9 0
	7	14	58 40,5	59 31,6	11 57 53
	9	15	4 30,5		12 37 54
	9	15 6 54	7 49		13 45 30
	8.9	15	12 15,5		11 59 20
ι Dragon.	3	15	20 24	21 13	10 49 23
	5	15 22 56,5	23 49,6	24 41,6	12 30 56
	5.6	15	24 55,5	25 50	13 33 58
	5	15		26 39,5	13 56 15
12	9	15		35 28,2	13 13 14
Dr. Hév.	5.6	15 42 39	43 34,5	44 29,4	14 22 2
	9	15		46 32	12 16 18
	6	15 51 4	51 53,6	52 43,5	10 38 19
δ Dragon.	3	15 57 16,5	58 6,5	58 54,5	10 14 49
	6.7	16 6 4	7 1,4	7 59,5	15 4 16
	5.6	16 20 13	21 8,4	22 0,5	13 17 35
η Drag.	4.6	16 20 23	21 16,5	22 10	13 6 32
	5	16 28 42,6	29 35,4	30 26,2	12 22 55
8 mars.					
Chèvre.	1	5 1 2,6	1 38,8	2 14,8	86 53 31
β Dragon	2.3	5 25 25,2	26 6	26 47,8	78 34 58
Giraffe.	9	6	38 17		15 52 30
	7	6 41 4,5	42 1,8	42 58,8	15 3 37
	9	6	55 44,6		16 13 55
	9	6	59 19,8	60 17,4	15 35 10
	9	7 3 20,8	4 19,8	5 18	15 58 26
	9	7	8 59	9 56,5	15 23 9
	8.9	7	12 29,5		14 1 53
	9	7		14 43	14 8 34
	7.8	7	27 26,5	28 22,2	14 25 58

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
8 mars.					+ 1 18
Giraffe.	9	7 32 58		34 50,7	14 30 45
	9	7	33 48,5	34 45,5	14 42 42
	8	7	36 19,8	37 16,3	14 58 55
	7	7 39 48,5	40 40,5	41 58,7	16 29 30
	5.6	7 42 42,5	43 39		14 45 45
53 Giraf.	6	7 42 56,3			11 59 47
G.O.H.2.	5.6	7 43 17	44 9,5		12 39 56
	8	7	43 47		14 45 45
		7	48 5,6	48 52,5	9 28 7
		7	48 30,5		10 56 23
	9	7 54 5,4	55 2,8	55 58,8	14 49 9
	8	7 56 36	57 34,2	58 31,3	15 27 51
	7.8	7 59 12,5	0 9,9	1 7	15 0 28
57 Giraf.	5	8		1 53,9	14 15 15
	7.8	8 5 8,8	6 3,5	6 58,9	14 4 7
	9	8	10 43,8		12 55 50
		8 11 56,6	12 49	13 41	12 31 14
	9	8	15 50	16 47,5	15 25 50
	6.7	8		17 53,5	10 5 19
4 π 2 G. O.	5	8 20 45	21 44,6	22 44	16 9 54
	8.9	8 24 52	25 46	26 38	12 46 47
	9	8 28 21	29 17	30 11,2	14 8 30
	9	8	31 5	32 1,5	15 11 30
	9	8		33 39,5	13 47 22
	6	8 35 7,6	36 2,6	36 57	13 50 52
	9	8		38 7	14 4 45
	7.8	8 40 23,3	41 21	42 18	15 20 13
	7	8 40 30,6	41 28	42 26	15 15 48
	8	8		44 1,6	13 51 39
	8	8 46 56,6	47 56	48 54,9	15 59 15
	8	8	50 28,5	51 21,5	12 28 10
14.	8	8	52 10	53 6,8	15 12 52
τ G. Our.	5	8 52 32	53 30	54 27,6	15 28 4
	9	8	56 2	56 55,5	13 38 3
16.	9	8	56 2,5	56 56	13 38 29
c. G. O.	5	8 56 49	57 43	58 37	13 23 26
	9	9	1 59,3		14 49 23
	9	9	3 28,5	4 24,6	14 29 18
	8	9 7 13	8 5,6	8 57,5	12 26 54
	6			9 41,3	15 56 45
	8.9	9 11 13,7	12 8	13 2,5	13 44 47
23 h.	4.5	9 13 55,5	14 53,7	15 49,8	15 5 3
	8	9 16 23	17 19,6	18 16	14 51 33
	7	9 19 3,6	20 0,5	20 56,5	14 49 45
	9	9		24 54,6	12 46 3
	8	9 26 8,5	27 5,5	28 1,8	14 59 14
	6	9 28 40,6	29 39,5	30 37,5	15 43 20
	6.7	9	31 27,9	32 24,6	15 19 42
	4.5	10 35 14	36 4	36 54,5	11 7 57
δ G Our.	2	10 48 28,7	39 16,5		
α G. Our.	2	10 49 50,6	50 45,5	51 40,5	13 59 45
	8	10 55 46,5	56 45	57 44	15 34 56
	8	11 0 26	1 22,5	2 18,5	14 32 10
	6.7	11 5 40,5	6 35,8		14 26 22
	7	11	6 12,5		15 46 52
	7.8	11	10 54,6	11 49,5	14 58 46
	8	11	14 39	15 37,5	15 23 15
	5	11	17 5	17 58,6	14 1 57
	7	11	21 8,5	22 3,5	14 21 50
	7	11 24 42	25 37,5		14 28 18
	6	11 24 55	25 52		14 59 10
	6	11	28 41,5	29 39	14 40 30
	7	11 34 32	35 33		16 40 23

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
8 mars.					+1 18
G. Our.	6.7	11 34 53,5	35 48,5		13 41 0
	9	11 40 49,5			15 12 13
	8	11		42 47,5	15 2 6
	5	11 45 2,5	45 57	46 50,5	13 50 10
	6	11 46 57,9	46 25	48 20	13 44 53
	7	11 47 30	48 26		13 37 0
	5	11	55 51,5	55 59,5	15 13 17
	9	12 5 37	6 53,5	7 33,5	15 51 2
	7	12	10 54,8	11 52,5	15 57 0
	9	12 13 29,5	14 30	15	16 4 16
	5	12 14 17,5		16 16,5	16 4 1[illegible]
	7.8	12		23 28	16 1 55
	7	12	31 43,2	32 41,7	16 2 13
	9	12	56 35,5		14 40 0
76.	6	12	58 22,3	59 19,8	15 2 35
Polaire	2	12 42 51	56 8	69 24	
	8	12	45 40,5	46 58	15 37 18
	5.6	12 52 56	53 35		15 51 13
	8	12 59 3,7	59 54,5	60 47	14 55 47
	9	12	47,5		15 19 53
	6	13 17 54,5	18 52,5		15 27 23
	9	13 18 37			15 12 59
	9	13	37 54	38 52	15 55 16
	9	13	40 13,3	41 12	15 41 46
87 G. O.	4.5	13 44 17	45 21	46 20,5	16 52 34
	7	13		49 16	1[illegible] 31 36
	7	13	49 34		15 17 31
	7	13		54 19,7	16 31 3
α Dragon.	2	13 57 44,7	58 45,7	59 45,9	16 29 51
	9	14 11 0,5			15 9 4
	9	14 16 46	17 46 5	18 46,5	16 20 52
	7	14	25 52	2[illegible] 46	15 13 54
	7	14 28 42,5	29 40,4	30 38	16 15 7
	8	14 33 57,5	34 38,5		16 18 45
	8	14 33 56,5	34 56		16 10 16
	9	14 43 7,5	44 6		15 42 52
	8	14 53 14,5			13 57 2
	4	14		55 19,5	17 52 58
	7	14 55 35		56 59,5	17 25 18
Queue	7	15 3 0	3 57,5	4 54,5	15 2 7
du Drag.	8	15		9 5,5	15 31 30
	8	15		9 15,4	15 33 25
	8	15	13 35	14 31	14 39 16
	7	15	16 10,4		14 20 42
	7	15		19 45,2	13 54 14
	6	15 25 9,6	24 4	24 58	14 7 11
	6	15 24 56	25 45,5	26 40,5	13 56 11
	6	15		29 3,5	16 1 47
	9	15	30 53,5	31 51,5	15 43 17
	8.9	15		38 16,6	16 27 [illegible]
D. H. 12.	5	15 42 38,6	43 34,6	44 30,5	14 21 54
	8	15	47 52,8	48 52,6	16 32 39
	9	15		58 35,5	13 47 18
		16 3 9	4 10	5 11	16 21 32
	9	16	14 23,6	15 21,8	15 54 13
	9	16	25 25,5		15 54 27
	7.8	16 27 34,5	28 32	29 29,5	15 7 54
	7	16 31 58,5	32 56,5	33 54	15 28 [illegible]
	5.6	16		35 40,5	14 36 42
18 g.	5	16 38 31,6	39 31	40 30,5	16 6 7
		16		42 31	12 28 15
	7	16 44 11	45 8		14 52 10
	6	16 44 37	45 34	46 31	15 0 38

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
8 mars.					+1 18
	7.8	16 49 12,4	50 10,4	51 8,8	15 34 30
	6	16 51 53	52 47,5	53 41	13 33 0
	6	16 53 24,5	54 28,5		13 48 32
19 h.	5	16 53 53,5	55 54	55 54,3	16 34 14
20.	7	16		56 24,7	16 28 25
Chèvre.	1	17 0 58,7	1 34,4	2 10,5	85 10 28
	5	17 4 54,2	5 46,7	6 38	12 52 0
	5	17 9 53,5	10 49	11 43,8	14 13 53
	5	17		14 55	12 0 43
β Dragon.	2.3	17 25 16	25 57,7	26 38	3 34 57
9 mars.					
α Persée.	2	3 9 8	9 46,6	10 25	0 13 37
Chèvre.	1	5 1 1,8	1 38	2 15,8	86 58 42
β Dragon.	2.3	5 25 25,2	26 6	26 47,4	78 35 7
Giraffe.	6	5 38 0,5	39 5	40 8,6	18 5 20
	6	5 59 52	40 36	41 40	17 58 41
	7	5	43 12,8	44 17	18 2 0
	6	5	46 40	47 56	14 33 32
36.	6	5	51 48		16 51 12
	8	5	54 19		17 7 38
	8	5	56 7	57 7,5	16 52 36
Lynx 3.	6	6		5 43	12 57 8
	8	6		7 19,5	13 53 42
	9	6		9 36	13 55 58
	9	6 12 25	13 26	14 26,5	16 31 38
	8	6 19 22	20 22	21 21,5	16 15 51
	8	6		24 57,5	17 35 21
	8.9	6 26 57,5	28 5	29 11	18 49 58
42 Giraf.	5	6 27 54	29 0	30 6,6	18 53 40
	7	6 41 5	42 2,5	42 59,5	15 3 46
	9	6 50 32	51 36,5	52 40	18 3 2
	9	6	55 47	56 46,5	16 14 3
	9	6	59 21	60 19,5	15 35 16
Ent. la G.	9	7 3 0	4 2	5 4	17 20 5
et G. Our.	8.9	7	7 8,8		18 0 13
	6.7	7		7 38	17 50 19
	8.9	7		15 45,6	17 39 39
	8	7		16 21	18 1 1
	7.8	7	17 51		17 17 45
	9	7 24 55,4	25 55	26 54,6	16 18 51
	9	7		30 22,6	15 59 3
	8	7		32 51	15 43 2
	9	7		33 16,5	15 34 0
	7.8	7 39 51,2	40 51,5	41 50,7	16 24 42
	6	7	43 40,5	44 37	14 45 55
	9	7	43 47,5	44 44	14 46 0
	8	7 48 44,7	49 47,4	50 49,3	17 17 0
	9	7	53 49,5	54 53	17 58 44
	7	7 54 47,2	55 51,3	56 54,6	17 54 40
	9	7	57 51	58 51,2	16 19 44
	9	7	58 42,5	59 42,5	16 31 58
	9	8 0 7	1 9,5	2 10,2	17 8 38
Tête de la	9	8 0 37,5	1 39	2 41	17 11 42
G. Our.	9	8 5 28	4 50		17 15 52
	9		4 3	5 5,6	17 30 14
	7.8	8	6 54,3	8 0,5	19 3 41
	5.6	8 8 39,5	9 46,3	10 53	19 5 9
	9	8		11 53,5	17 3 15
	7.8	8	13 9,5	14 16,5	19 5 52
A G. Our.	5.6	8 14 40 5	15 41,1	16 42,5	16 57 35
3 [illegible]	5.6	8 19 25,2	20 26,7	21 27,6	16 50 49

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
9 mars.					+ 1 18	9 mars.					+ 1 18
π 2.	6	8		22 46	15 9 43	87 G. O.	5	13		46 22,4	16 52 42
	9	8		24 2	16 33 6		8.9	13		48 28	16 23 49
	8	8	27 52	28 54	17 18 46		8.9	13	49 35	50 32,8	15 17 28
	8	8	31 29,6	32 28,5	16 8 16		8	13		51 43,5	17 30 35
	9	8		33 56,2	18 19 38		7	13	52 43,2	53 44	17 1 56
6.	5.6	8 37 29,6	38 30,5	39 30,5	16 30 50		7	13	53 22,5	54 22	16 31 15
•	8.9	8	40 11,8	41 14,5	17 54 57	α Dragon.	2	13 57 46	58 46,8	59 46,5	16 29 56
	7.8	8 46 58,6	47 57,5	48 5[illegible]	15 59 26		8	14 6 32,3	7 34	8 36	17 1 19
11. σ. 1.	5	8	51 42,7	52 4[illegible],3	19 5 13		7.8	14 9 52,4	10 53,8	11 54,2	16 56 37
	8	8 54 18,2	55 21,7	56 2[illegible],5	17 41 0		9	14 15 5,5	14 6	15 5,8	16 27 7
	8	8 54 38,5	55 41,4	56 44,5	17 44 27		7.8	14	16 23,3	17 25,5	17 26 19
	10	8	56 9,5		17 52 48		7.8	14 16 47,5		18 47	16 21 0
	9	9 1 44,5	2 46,6	3 47,5	17 0 54		8	14	18 49,5	19 50	16 48 53
G. Ourse.	6	9 7 45	8 44	9 43	15 57 51		7.8	14	21 8	22 12	18 1 55
23 h.	4	9 13 57	14 54,2	15 51	15 5 10		5.6	14	25 53,5	26 50,5	15 14 0
	9	9	18 2,2		17 26 43		6	14 28 12,5	29 15,3	30 17,5	17 25 47
θ G. Our.	3.4	9		19 42,8	3 44 49		8	14	34 39,2	35 38,8	16 18 48
26.	6	9	20 39,5	21 2[illegible],8	4 5 46		8	14	34 58	35 57,8	16 10 20
	6.7	9 26 55,5	27 57,5	28 59,3	17 2 50		8	14		36 57	18 21 48
	7.8	9	29 12,7	30 15,5	17 41 46		7.8	14 40 23,2	41 26	42 28	17 19 34
	7.8	9 31 15,2	32 16,5	33 18	16 53 9		9	14 42 47,2	43 50,5	44 51,5	17 14 35
	6.7	9 32 43,5	33 45,4	34 49,5	17 40 32		9	14 45 11,2	46 14		17 31 12
	8	9 36 37	37 38,5	38 39,2	16 52 53		8	14 45 41,5		47 47,2	17 37 30
	9	9	42 20,5	43 16	14 34 14	β P. Our.	3	14 49 34	51 10,7	52 48	26 7 23
	9	9 44 55,7			14 18 55		6	14	54 18,5	55 22,5	17 53 8
	8	9	48 11	48 58,5	14 41 45	Ent. le D.	8.9	14 55 37,5	56 39,7	57 41,8	17 25 23
	8	9 49 8	50 9,5	51 9	15 52 22	et la p. O.	9	14 58 7,3	59 12,5		17 54 15
	9	9		51 45,5	17 27 30		8	14 58 42,5		60 48,5	17 43 21
	7	9	53 37,8	54 37	16 5 9		6.7	14 59 46,5	0 50,7	1 54,5	17 51 10
	8.9	9	54 31,5	55 30,5	15 53 21		8.9	15 3 8,5	4 10	5 10	16 38 16
	7	9		55 7,4	15 3 50		8	15 5 19			16 27 35
32.	5.6	10 1 37	2 40	3 41	17 15 52		7	15	5 19		17 42 12
[illegible].O.H. 30	5	10 7 47,4	8 50	9 54	17 44 11		6	15 11 9	12 18	13 25	19 15 35
35 Flam.	6	10 13 47,5	14 51	15 54	17 48 55	γ P. Our.	3	15 19 38	21 1,5	22 25	23 41 35
	6	10 14 4[illegible]	15 44		16 26 36						
	6	10 15 4,5	16 9,5	17 15	18 29 35	13 mars.					
	7	10 26 24,6	27 28,7	28 32	17 55 34	α Polaire.	2	0 31 12,5	44 26,5		
38.	5	10 30 2	31 3,5	32 5,5	17 15 47	β Dragon.	2.3	5	26 7,2	26 48,4	78 35 8
	9	10		31 56,5	17 6 45	G. Our.	8.9	7 0 56,5	2 2,2	3 8,2	18 42 52
	6.7	10 33 38,5	34 41	35 43	17 21 0		8.9	7 2 46,5	3 52	4 58	18 38 24
	6.7	10		36 35,2	16 1 46		8	7		11 6,5	18 20 24
	7.8	10 41 31	42 32,2	43 32,5	15 45 51		8	7	11 55	13 0,5	18 28 14
	10	10		44 23,5	17 30 57		7	7	15 18	16 21,5	18 0 57
	10	10	45 3 2	46 5	17 15 44		9	7		15 33	17 54 40
	6.7	10 46 47,5	47 46,2	48 44	15 39 47		8.9	7		17 3	18 13 28
α. G. O.	2	10 49 50,3	50 45	51 40	13 59 59		7	7	17 51	18 54	17 47 42
Dragon.	9	12	34 27	35 31,6	18 12 38		8.9	7	20 33	21 40	19 8 30
	5	12	38 24	39 21	15 2 45		10	7	22 0	23 8	19 11 16
	8	12	45 5		15 14 47		9	7	24 50	25 53,5	18 27 45
δ Dragon.	6	12 46 4	47 7,5	48 10	17 41 43		8	7	34 42,8	35 53	19 53 36
; Dragon.	6	12		53 4	18 50 47		10	7		37 9,5	18 12 22
	6	13 4 39,5	5 48	6 55,5	19 32 20		8	7 43 28,5	44 38,5		20 4 39
Queue	6	13 5 8,8	6 16	7 24,5	19 31 0		9	7	45 23,2		18 11 24
du Drag.	7.8	13 13 9,6	14 9,6	15 9,5	16 10 4		7	7	48 18,5	49 32,5	21 25 5
	8	13 17 9	18 11	19 12,5	17 3 25		5.6	7 50 32,5	51 43		20 11 12
	6	13 19 1,5	20 3,5	21 4	16 56 26		6.7	7	55 52	56 56	17 54 36
	6	13 19 7	20 9,5	20 10,2	16 55 30		6	7 59 17,5	0 25 5	61 33,2	19 6 41
	9	13 27 7,2	28 10	29 12,2	17 27 5		9	8 0 52,5	2 0,5	3 8	19 14 20
	5	13 33 58,7	35 1	36 2,2	17 0 8		7	8		3 47,5	18 18 18
	6	13		36 44,2	17 23 56		9	8	6 9		19 57 8
	9	13	37 51	38 53,3	17 12 17		9	8	7 17,2		19 45 18
	8.9	13		40 10	16 47 58		6	8 8 40	9 47,2	10 53,5	19 5 9
	8.9	13 43 32,3	44 37,2	45 40,5	18 8 9		7.8	8 12 3,5	13 11	14 17,2	19 5 56

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
13 mars.					+ 1 18
G. Our.	9	8 15 10	16 15,5	17 19	18 12 30
ϖ 1.	5.6	8	20 27,5	21 28	16 50 46
	9	8	23 26,5	24 30,2	17 56 6
	10	8		25 42	20 4 11
G. Our.	6	8 28 32,5	29 38,3	30 44	18 31 41
	8	8		33 57,2	18 19 40
	7	8 39 8,5	40 12,5	41 15,8	17 54 41
8 ρ.	5	8 42 16	43 24,1	44 32,8	19 32 50
	7.8	8 45 46,2	46 57,5	48 8	20 22 37
σ 1.	5	8	49 46,5	50 52	18 49 0
σ 2.	5	8 50 36	51 44	52 50	19 5 13
	9	8	51 36	52 41,5	18 37 58
	8	8 55 42,5	56 49,8	57 57	19 6 27
	9	9	1 54		18 46 3
14 mars.					
Tête de	6	8	29 39	30 43,8	18 34 41
la G. Our.	8	8	32 53,5	33 58	18 19 39
	9	9 31 46	32 51,6		18 38 38
	9	9 38 55,5	40 8	41 19	20 34 57
	8	9	48 39,5	49 46,5	19 24 8
		10 1 39	2 40	3 42	17 15 50
g.O.H. 30	5	10 7 48	8 52	9 55	17 44 11
	9	10		13 27	18 51 23
	8	10	16 11	17 16,5	18 29 40
38 G Ou.	5	10 26 25,5	27 30	28 33,6	17 55 56
α G. Our.	2	10 49 51,5	50 46,8	51 41,2	15 59 53
	9	10	57 42		18 17 44
	9	10	58 16	59 20,3	18 16 15
	9	10	58 17,2	59 21	18 16 55
	7	11	3 7,5	4 8,8	17 9 56
	7	11	5 48,7	6 54,5	18 56 39
	6	11	7 54,5	9 1,5	19 26 55
	5.6	11	10 20	11 20	16 35 38
	9	11		12 45,5	17 18 55
	7.8	11 15 27,5	16 36,5	17 44,5	19 43 35
	8	11		18 3,5	19 11 40
Queue	10	11 18 51	20 0		19 19 35
du Drag.	8	11 20 59,2	22 1,8	23 4,2	17 31 45
	10	11	25 34,5		16 35 37
	7.8	11 25 32	26 32,2	27 32	16 57 18
	6.7	11 25 58,5	26 59,2		16 57 23
3 du Drag.	6	11 29 32,5	30 39	31 46	19 1 16
		12	33 20		19 8 36
	9	12	7 56	9 .0,5	18 23 53
	8	12 9 18,5	10 25	11 31	18 40 20
	7	12 18 45,5	19 52,4	20 59,6	19 10 16
	7.8	12	22 24,5	23 46,2	20 47 28
	9	12 28 42	29 50,5	30 59	19 43 17
	9	12.		30 54	19 47 57
	8.9	12	31 44,2	32 53	20 5 57
	8	12 33 23,2	34 28,2	35 31,5	18 12 40
7 du Drag.	6	12 37 51,3	38 57,3	40 4,2	19 3 14
Polaire.	2	12 42 41,5	55 56,5		
8 du Dra.	5	12	47 7,5	48 9,8	17 41 41
	7	12		49 14,5	18 14 54
9 du D.	6	12 50 52,4	51 59	53 4,8	18 50 48
	10	12		51 12,5	18 54 49
	8	13		2 11,2	17 43 34
	9	13 1 55,5	2 59,5		17 48 38
	6.7	13 5 8,5	6 17,5	7 24,5	19 30 49
	7	13	5 48	6 55,5	19 32 17
	10	13	5 57,5		19 29 51

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
14 mars.					+ 1 18
du Drag.	8	13 10 5,5	11 13,5	12 21,3	19 54 57
	9	13 16 38,5	17 44,4	18 49	18 22 31
	6.7	13 29 40,8	30 49	31 55,4	19 13 30
	9	13		32 56	18 47 25
	6	13 44 38,6	45 50	47 1	20 28 23
	9	13 44 51	46 1,5	47 13	20 28 49
	9	13 49 40	50 43		17 30 40
	8	13 52 6	53 10,5	54 15	18 14 15
α Dragon.	2	13 57 47,3	58 47,2	59 47,2	16 29 55
	6	14	5 57,3	7 9,1	20 58 5
		14	21 9	22 12,5	18 2 59
	7	14		28 32	20 7 27
β P. Our	3	14	51 12,7	52 49,5	26 7 29
15 mars.					
Chèvre.	1	5 1 3	1 39	2 15	
Giraffe.	9	6	36 32	37 42	20 6 55
	9	6 38 18,5	39 31	40 43	20 51 3
	7	6	38 56	47 1	21 1 18
	9	6	39 50,4	41 1	20 35 21
	7	6		43 12	22 7 27
	9	6 50 54,4	52 11,5	53 27	21 57 13
	9	6 59 39,5	60 57,3	2 14	22 10 22
	9	7		3 24,7	19 24 9
		7		4 51,5	20 58 50
Hév. 1.	5.6	7 7 43,2	8 53,2	10 2,5	19 59 51
	8.9	7		11 6,5	18 20 28
Ent. la G.	8.9	7	11 54,5	12 59,2	18 28 17
et la g. O.	8	7		16 21	18 1 6
	9	7		17 2,5	18 13 40
	8	7		18 53,5	17 47 46
	9	7	20 33	21 40	19 8 36
	8	7 23 29	24 45	26 0	21 48 58
		7 23 46	24 58,5		20 45 26
	9	7	44 38,5	45 47,5	20 4 43
	6	7 47 3,5	48 18	49 32,5	21 25 9
	9	7	50 40,3	51 55,2	21 46 45
	5	7		52 52	20 11 18
	7	7 54 15,5	55 32,5	56 47,8	21 54 59
	8	7 59 13,2	60 25,5	1 38,5	20 47 9
Tête de	10	8	1 25	2 36	20 40 24
la G. Our.	7	8 1 44,5	2 56,2	4 7,2	20 41 7
	9	8	5 42,2	6 52,2	20 22 25
	7	8 8 55,5	10 7	11 17,5	20 18 56
	7	8 14 49	16 4,5	17 18,5	21 31 0
	9	8	18 35,5	19 46,5	20 46 44
	7	8 20 33	21 50,5	22 6,5	22 0 25
	7	8	30 29,8	31 46,5	22 10 21
	10	8		39 35,5	21 9 16
	9	8	43 52,2		20 47 10
ι G. Our.		8 44 33	45 11	45 49	89 58 44
	5.6	10 3 34	4 47,5		20 54 39
	8	10	4 17		21 10 54
	8	10		7 3,5	21 5 21
		10 18 54	20 7		21 3 15
		10 19 2,5	20 16		20 53 51
	5.6	10 25 26		27 50	20 39 0
	9	10 26 4,5			20 48 34
	5	10 26 32,5			21 17 0
Hév. 35	6	10 37 33	38 50,5	40 7	22 5 0
	9	10 42 49	44 6		22 2 43
	8	19 43 3			22 13 18
	7	10 47 42,6	49 0,5	50 18	22 16 20

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
15 mars.					+ 1 18
Dragon.	6	10	56 11,6	57 19	19 27 39
	7	11		0 54,6	19 34 33
	9	11		4 19	21 28 36
	6	11	7 54,6		19 27 0
λ Dragon.	4	11 17 27	18 43	19 58	21 36 12
	9	11 21 55	23 12		21 50 50
2 du D.	6	11 22 15	23 31,4		21 36 15
	8.9	11 36 28,8	37 37	38 45	19 36 24
	9	11 36 28,8	37 37	38 45	19 36 39
	8	11 43 18,5	44 27		19 32 55
	8.9	11	46 56		20 5 49
	9	11 48 20	49 36	50 50	21 28 9
	7	11		53 57	21 18 14
	8	11		54 3	21 16 10
	7	11	54 49,2	56 2	21 4 51
	7	11	54 50,2	56 3	21 2 40
	9	11		56 52,2	20 59 10
	9	11 58 44,2	60 1	61 20	20 59 25
	9	11	59 10,5	61 24,5	20 51 10
	9	12	1 34,2		20 53 16
	6	12 3 37,5	4 56	5 14	22 29 3
	9	12	7 21	8 36,2	21 58 14
	8	12	8 2,2	9 14,6	21 4 45
	9	12	13 15,2	14 33,4	22 36 12
4 Drag.	6	12 19 32,1	20 47,2	22 1,3	21 28 53
χ.	5	12 23 5,2	24 22	25 39	22 3 42
6	6	12	25 42	26 58,7	22 17 41
	7	12	27 57,7	29 15,3	22 27 20
	9	12 30 33,5	31 43,5	32 53	20 6 13
	9	12	34 42,8	35 52	20 1 55
Polaire.	6	12 42 51	55 58	9 19,5	42 55 8
	8.9	12		41 13,7	21 33 9
	7	12	48 43,2	49 55,2	20 52 32
	7	12 49 5,7	50 19	51 31	20 57 22
	8	12 50 00	51 12,2	52 25	21 1 16
	7	12		52 51	22 50 43
Queue	9	12	57 30,5	58 46,6	21 53 54
du Drag.	10	12		57 52,5	21 44 48
	10	13	6 6		21 12 42
	6.7	13 8 20		10 43	20 57 54
	7	13 12 55,2	14 9,5	15 22,5	21 19 20
	7	13	21 13,5	22 32	22 51 20
	7	13	22 6,4		22 19 48
	8.9	13	29 21	30 39	22 18 30
	5 6	13	32 3	33 24,6	23 25 52
	9	13 37 48	39 3	40 18	21 23 24
	9	13 38 40	39 53	41 7	21 9 18
	10	13	41 33,5		19 32 23
	6	13 44 39,4	45 51,3	47 2	20 28 25
	10	13 44 51			20 28 53
	8	13 49 35,8	50 53	52 9,6	22 4 45
	6.7	13 56 1	57 13,2	58 25,5	20 48 21
α Dragon.	2	13 57 47,6	58 47,5	59 48	16 30 0
	10	14 1 24,2	2 41,5	3 56	21 45 20
	7.8	14 4 12,6	5 28	6 42,5	21 41 49
	5	14 6 54,5	7 9,7	8 24,5	21 32 9
	10			7 41,5	21 27 49
4 p. Our.	5	14		11 29	29 38 36
	7	14	14 9,2	15 23,5	21 19 3
	6	14		16 58,5	19 51 59
	6	14	17 6	18 14,8	19 52 58
	8	14 24 28,5	25 43	26 57	21 18 21
	10	14 25 30	26 52,5	27 8,5	21 19 46

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
15 mars.					+ 1 18
α p. Our.	4	14	27 47	29 34	27 44 22
	8	14		31 46	18 49 47
	7	14	35 54	36 58	18 16 58
β.	3	14 49 34,5	51 12	52 48,3	26 7 28
	8	14 56 14,5	57 21,2	58 27,7	19 2 12
	7	15		0 49,5	17 43 25
	6	15	0 52	1 54,5	17 51 17
γ	3	15	21 2,5	22 26	23 41 37
	8.9	15 32 5	33 12,6	34 21	19 37 25
	8.9	15 36 46	37 58,5	38 9	20 36 26
Sous les	8	15 42 57	44 7	45 17	20 26 37
pattes de	7	15 53 26,8		0 42	19 19 34
la P. O.	7	16 4 19		6 51	21 56 3
	5	16 4 40,8			19 28 41
	7	16 10 36,8		12 49	18 47 34
	6.7	16 17 5,5	18 18,6	19 26	20 10 6
	5.6	16		24 31	20 42 30
	8.9	16		25 59	22 22 42
	7	16 26 10		28 51	22 57 48
	8	16 32 55	34 4	35 12	19 33 25
pr. nœud	8	16 36 38	37 51	39 1	20 41 5
du Drag.	9	16	45 3	46 8	18 22 49
	8	16		49 32	20 34 26
	9	16	52 17	53 24	19 22 42
	7	16		58 41	21 54 19
16 mars.					
α Persée.	2	3 9 9,7	9 48	10 26	0 13 35
Chèvre.	1	5	1 40	2 16,2	
3 Dragon	3	5		26 49,6	78 35 2
43 Giraf.	5.6	6 29 48,6	30 58,5	31 8	20 13 21
	7	6	38 36	39 48,5	21 1 16
	8	6 42 48,8	44 10,8	45 33	23 21 55
	8	6	47 4		24 5 48
	7	6	49 14,5	50 36	23 14 41
	9	6		53 26,2	21 57 12
	8	7	0 53,5	2 21	24 34 14
Giraffe.	9	7	1 0	2 28	24 34 22
	8	7 6 50,6	8 11,5	9 31,2	22 52 57
	8	7	10 5,5		23 7 17
	7	7 19 45,4	20 57,5	22 10	20 55 0
	9	7 27 21	28 43,5	30 5,5	23 24 5
	8.9	7 32 31		34 47,5	23 18 55
	8.9	7	32 41,5	34 3,5	23 28 40
	8	7	42 26	43 48	23 23 10
	9	7 43 21	44 44	45 7	23 58 13
	9	7		58 28	21 54 18
Entre la	6 7	7 55 37	57 4	58 29,5	24 8 59
Giraffe et	9	8 6 53	8 19,5	9 44,5	24 4 48
gr. Our.	6	8	11 51	13 3,8	21 7 10
	7.8	8 23 9,7	24 35,7	26 3	24 14 23
Tête de la	6.7	8 29 12,6	30 30,2	31 47,5	22 10 19
G. Our.	7	8 33 55,5	35 15	36 33,5	22 42 21
	6.7	8 36 3,2	37 22,5	38 41	22 33 20
	9	8	40 17		23 20 5
	6.7	8 41 29,5	42 52		23 13 38
ι G. Our.	3	8 44 33	45 10,8	46 48,5	89 58 41
	7.8	8	49 23,5	50 36,5	21 9 9
	8	8 49 7	50 19,5	51 33	21 5 44
	8	8 51 11,5	52 25,5	53 38	20 59 43
	8	8	52 51	54 4	21 2 17
	7	8 56 32,5	57 49		21 50 39
	8	9		0 28,5	23 38 15

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
16 mars.					+ 1 18
Tête de la	7.8	9 2 52,5	4 8		21 20 53
gr. Our.	8	9 3 58	5 11	6 23,2	20 51 25
	9	9	5 43,5	7 2,2	22 26 31
	8	9	6 35	7 52,5	22 20 57
	7	9	11 33,2	12 59	24 7 46
22 G. O.	6	9 13 6,7	14 33	15 59	24 14 13
	7.8	9	14 47,5		23 7 0
	7.8	9 16 42	17 57,8	19 13,2	21 40 26
24 *d* G.O.	4.5	9		16 50	21 51 13
27.	6	9 21 33	23 5,2	24 31,3	24 18 25
	6	9	23 58	25 11,5	21 17 43
	8	9		27 16,5	22 20 36
		9 33 41,5	35 6	36 29,5	25 46 10
	5.6	9	39 1,5	40 31	24 58 44
	9	9		41 18	20 34 56
	10	9 43 7	44 20	45 32	20 49 57
	10	9 44 33	45 46		20 54 5
	10	9		46 21	21 9 14
	8	9 51 28,6	52 41,2	53 53	20 47 56
	8	9		54 49,4	22 58 30
	7	9 59 8	60 30,5	1 51,5	23 12 49
	8	9 59 9	60 31,5	1 52,5	23 12 50
λ Drag.	3.4	11 17 28	18 43	19 57,7	21 36 13
2 Drag.	5.6	11 22 16	23 31	24 45,4	21 36 17
	9	11	23 11,5	24 27,3	21 50 49
	9	11	33 1,5	34 19,5	22 12 37
Queue	7	11 38 35	39 49,6	41 3	21 7 5
du Drag.	9	11		43 55	24 12 18
	10	11 47 26	48 45,5	50 4	22 37 39
	7	11 48 29	49 48	51 6	22 31 15
	8.9	11		51 54	23 7 48
	10	11 55 13	56 28	57 40	21 21 30
	5.6	12 3 37	4 55,6	6 13,5	22 34 2
	10	12		7 54,2	22 25 47
	6	12 15 35,5	17 2,2	18 28,5	24 12 25
		12 20 18,5	21 42,2		23 34 30
a Dragon.	3	12 23 5,4	24 22	25 38,5	22 3 41
6 Drag.	6	12	25 41,5	26 58,5	22 17 37
	6.7	12 26 38,5	27 57,3	29 14,5	22 27 16
Queue	8	12		35 59,8	24 20 5
du Drag.	8	12		37 44	24 21 50
Polaire.	2	12 42 57	56 2,5	9 23	42 55 2
	8	12	45 2	46 24,8	23 49 36
	8	12 48 9,5	49 30,7	50 49	23 0 24
	7.8	12 50 11	51 31	52 51	22 50 41
	9	13	0 24	1 46	23 37 46
	6	18 5 46,2	7 18		25 1 34
		13		12 43,6	23 27 50
	8.9	13 14 29	15 55	17 20	24 5 5
	7	13 19 55	21 13	22 32,5	22 31 21
	7	13 20 47,6	22 5,5	23 24	22 19 48
	9	13 24 25	25 45	27 4	22 37 12
	8	13 28 3,2	29 20,7	30 38,2	22 18 24
	10	13	28 58,5	30 17	22 15 29
	5.6	13	32 3	33 25	23 25 28
	10	13	35 0	36 16,2	22 2 20
	9	13 38 39,5		41 6	21 9 49
	9	13	39 3,5	40 16,5	21 23 22
	10	13	45 2,8	46 18,5	21 48 30
	8	13 49 36	50 53	51 3,7	22 4 41
	8	13 56 35,7			22 27 34
ε Dragon.	2.3	13 57 48	58 48	59 48	16 29 55
T. P. O.	10	14	2 40,5	3 56	21 45 21

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
16 mars					+ 1 18
T. P. O.	7.8	14	25 27,8		21 41 40
b p. Our.	5	14 7 17,5	9 25	11 29	26 38 30
		14		15 6	20 49 56
a p. Our.	4	14 25 58	27 45	29 33	27 44 17
	9	14		32 48	23 36 41
	8.9	14	37 37,5	39 3,3	24 18 19
	7.8	14 43 16	44 41,2	46 6	23 57 14
	9	14		47 47,5	23 35 5
β p. Our.	3	14 49 34	51 12,4	52 47,5	26 7 24
		14	55 29,5	56 49	22 47 10
	9	14	57 18,7	58 39	23 5 15
	7.8	14 57 36,5	58 56	60 14	22 3 0
	9	15	0 23	1 43	23 3 3
	8	15	3 52,5	5 13	22 41 26
	7.8	15 4 7,5	5 32,2	6 55	23 47 54
α Persée.	2	15 9 11,5	9 49,5	10 27,5	81 54 27
	8.9	15		14 35	23 14 0
	7	15 15 42,5	17 3,5		23 5 8
		15		18 37,5	23 41 49
γ p. Our.	3	15 19 38,3	21 2,7	22 26,2	23 41 32
	9	15	56 7	57 31 2	24 1 10
	7	15 56 14	57 40	59 5,5	24 6 9
	7.8	16	59 23,2	0 41	22 34 52
	7.8	16 4 19,5	5 44	7 6,5	23 38 24
	8	16		6 48	22 47 40
	8	16 11 36	13 2,5	14 27 5	24 2 8
	9	16	16 9,5		22 27 46
	9	16	16 19		22 34 22
	8	16 19 26	20 42,6	21 58,6	21 58 21
	8	16 21 42	22 58		22 5 44
	5	16		23 30,8	20 42 25
15 A D.	4.5	16 27 15,2	28 24,8	29 36	20 20 9
	10	16 28 48	29 58	31 8 4	20 14 24
	10	16 32 18	33 38		22 28 43
	9	16	34 52		22 9 28
	9	16	34 53		22 6 49
	9	16	39 26		23 53 40
	8	16 40 39	41 55,5	43 11	21 44 45
	9	16		40 50	21 57 20
	9	16	42 25	43 42	22 4 26
	9	16 45 59,9	47 22		23 14 0
	8	16	48 22	49 31	20 34 23
	9	16		48 42,5	20 48 24
	8	16	52 17	53 23	19 22 14
	8	16	55 42,5		19 23 51
	8	16	55 58		19 19 15
	7	16	56 7,5	57 3,5	18 54 58
	6	16 59 2	60 15,5		20 36 24
	8	17		1 22,5	22 52 43
	7.8	17 4 3	5 16,5	6 29,5	21 11 14
	7	17 9 36,5	10 41,5	11 43,5	17 37 17
	6	17		13 13	23 29 30
	6	17 18 1	19 22,6	20 41	23 7 4
	6.7	17 20 7,5	21 24	22 40 2	22 6 2
	6	17		23 0	21 3 56
	6	17		24 10,6	21 6 16
β Dragon.	2.3	17	26 0,5	26 42,2	3 35 7
27 *f*.	5	17 31 41	32 48,5	33 56,2	19 22 51
28 ω.	4	17 37 0	38 9,6	39 13,2	19 58 0
17 mars.					
Giraffe.	8	7	0 54	2 21	24 34 15
	9	7	1 1	2 29	24 34 22

1790.		H. M. S.	M. S	M. S.	D. M. S.
17 mars.					+ 1 18
Giraffe.	9	7	7 18	8 52	25 52 50
	10	7	9 57,2	11 21,2	23 58 40
	8	7	12 38,2	14 8,5	25 8 40
	10	7		17 43	23 56 15
	7.8	7 19 56	21 30	22 5,2	25 34 51
	6.7	7 20 49	22 25,2	23 56,9	25 38 20
	10	7	29 0,2	30 27,2	24 21 43
	6.7	7 31 17,2	32 40,2	34 2,2	23 28 46
	6.7	7 32 2,2	33 25	34 16,2	23 19 0
	5	7		36 2,7	25 33 54
Ent. la G.	10	7		40 46,2	24 19 19
et la G. O.	10	7		43 2,2	25 14 57
	8	7	45 31,7	47 8	26 3 40
	9	7 49 29	51 2	52 34,2	25 25 57
	9	7 52 34,2	51 36	53 9	25 29 56
	10	7		57 9	25 3 17
	10	7		57 17	25 10 49
	7	8		59 8,2	25 59 42
	10	9 2 58	4 31	6 2,2	25 16 11
	9	9	9 38	11 5	24 19 49
	8	9 10 8	11 34	13 59	24 7 55
22 G. O.	7	9 13 6,2	14 34	15 58,8	24 14 16
	8	9 15 45,2	17 14	18 57	24 7 17
	8	9 19 39	21 4	22 27	23 48 24
27.	6	9 21 33,4	23 5,8	24 31	24 18 23
	10	9	27 31,5		25 42 30
	6	9 37 31		40 31,8	24 58 50
	9	9 47 16	48 46	50 14,5	24 44 12
	9	9 52 38	52 15,5	53 50	26 1 34
	10	9 51 2			26 10 8
	6.7	9 53 10,5	59 43	61 14	25 13 42
	10	10 3 52,2	5 18,5		24 20 0
	7	10 12 9	13 42	15 14	25 30 41
	8	10	16 33	18 9	26 1 16
	9	10 22 22,5	23 59	25 34	25 58 32
35	5	10 26 31	27 45	28 59	21 16 54
G. O. H.	8.9	10 28 10,2		31 6,6	24 29 48
	10	10	37 5,5		21 59 22
	6	10 37 32,8	38 50	40 7	22 4 55
	10	10	47 19	48 54	25 52 15
	7	10		50 17	22 16 18
	8	10 52 16,5	53 43,2		24 22 10
	9	10	52 47,2		24 12 16
	9	10	54 14		24 17 24
	9	10 59 11	60 48		25 43 30
	9	10 59 18,5	60 53,4	2 28	25 43 16
Queue D.	7.8	11 30 42	32 15	33 47	25 25 28
	7	11 40 15,2		43 28	26 2 37
	10	11 41 15,2	42 52,2		26 3 48
	8	11	41 30,2		25 34 [illegible]
	10	11		44 56	24 40 11
	9	11 52 39	54 14	55 49	25 44 5
	10	11		58 35	24 12 30
	6	12 3 58,2	5 28	6 53	24 50 5
	10	12		14 22	23 31 0
	6	12 15 35	17 1,8	18 28	24 2 31
κ Dragon.	3	12 23 4	24 22	25 38	22 3 40
6 Dragon.	6	12		26 59	22 17 41
Queue D.	9	12	30 54.5	32 27	25 16 18
Polaire.	2	12 42 55,5	53 3,5	69 19,5	42 55 8
Dragon.	8.9	12	45 2	46 25	23 49 43
	6.7	12		59 36,5	25 15 53
	8.9	13	1 37	3 8,7	25 34 47

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
17 mars.					+ 1 18
Dragon.	10	13 3 58,7	5 33	7 5,5	25 33 5
	7	13	7 18,5	8 48,5	25 1 8
	8.9	13	11 20,5	12 43	23 27 57
	8.9	13 14 28	15 53 6	17 19	24 5 11
	7.8	13 18 40,6	20 8,2	21 3[illegible],7	21 28 44
	5.6	13 19 8,5	20 36,7	22 4,2	24 35 18
	9	13 19 21,5	20 48,5	22 16	24 26 58
	9	13	26 10	27 40,2	2[illegible] 54 25
	5.6	13 30 38,5	32 2,5	33 25,5	23 25 38
	10	13	45 11	46 57,5	24 11 18
		13 57 11,5			25 15 39
	9	13		58 24,2	25 31 39
α Dragon.	2	13		59 48,5	16 30 0
		14		0 54	25 8 38
		14	0 56	2 25	25 8 47
4 b P. O.	5	14 7 17	9 24,5	11 29	29 38 36
5 a P. O.		14 25 58	27 46,5	29 35,5	27 44 24
	9	14		59 3	24 18 47
	8	14 48 28,7	49 59,5	51 29,2	25 0 11
β P. Oue.	3	14 49 35,5	51 11,5	52 48	26 7 28
	9	14 58 0,5	59 32,5	61 5,5	25 16 16
9.	7	14 58 45	60 [illegible],0	1 32,5	23 41 54
10	7	15	6 7,2	7 42	25 48 27
		15	8 35 5	9 59,5	24 16 37
	9	15	13 36,5		23 58 12
	9	15	15 1,2	16 27	23 37 37
11.	5	15 15 49	17 13,7	18 36,5	23 41 56
7.	3	15 19 38	21 1,2	22 26,8	23 41 37
14 Lucom	7.8	15		24 56,2	25 19 29
	10	15		25 50	25 19 21
	10	15		26 53,2	25 15 36
	9	15 32 23,7	33 56,2	35 28,5	25 21 8
	7	15 36 55	38 15,5	39 36	22 56 41
	9	15	47 8		22 7 42
	9	15		57 31	24 1 7
	8	15	57 40	59 5	24 6 4
	9	16 2 2	3 38		25 37 17
	10	16	4 23	5 59	25 59 54
	10	16		4 32	25 55 30
	7.8	16		8 21	24 48 52
	9	16 11 37,5	13 2	14 28	24 2 7
	6	16 16 23	17 54	18 24	25 0 55
	10	16	16 56		24 55 11
	9	16 40 34	42 3	43 33	24 50 10
	7	16	46 25,5	47 57,4	25 22 30
	8	16		55 18,5	22 44 14
	8	16	57 35	59 1,5	24 21 12
	6	16 58 50,5	60 18,5		24 33 8
	5	17	1 23,2	2 57,5	25 42 25
	7.8	17		1 51	25 54 14
	7	17 4 5,5	5 34,2	7 3	24 42 30
	7.8	17	4 37,2	6 5,2	24 25 46
	9	17	8 19,5	9 51,5	25 17 41
	8	17	13 12,5	14 41,5	24 30 47
β Dragon.	2.3	17 25 19,5	26 0,2	26 41,8	3 35 8
18 mars.					
α Persée.	2	3	9 58	10 26	0 13 38
Chèvre.	1	5 1 5,5	1 41,5	2 17,5	86 53 33
Giraffe.	5.6	7		56 1,8	25 33 57
	9	7		48 43,2	27 32 27
	8	7	49 35	51 21	27 27 52
	5.6	7 50 33,7	52 21,3	54 7	27 29 6

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
18 mars.					+ 1 18
Giraffe.	7	7	56 14	58 10,8	28 42 43
	8.9	7 58 59	60 57,7	2 55,7	28 49 47
		8 7 6		11 2	28 50 38
19 mars.					
Giraffe.	9	7	26 33	28 35	29 14 41
	6	7	26 52,5	28 53,5	29 12 0
	7	7 27 12,7	29 15,5	31 16,5	29 16 54
	5 6	7 32 55	34 29	36 2	25 37 5
	5	7 50 33,8	52 21	54 6,5	27 29 0
	8	7		58 21,5	27 27 40
	9	7	53 48	55 34,6	27 32 13
	7	7	56 14,4	58 10,5	28 42 39
	7	8	0 25,5	2 35	29 59 51
	8	8 5 2	9 3,7	11 1	28 50 36
	7	8	11 37	13 16	26 31 14
	6	8 14 10	15 43	17 16	25 22 16
	7.8	8 17 54	19 25	20 55	25 0 14
Ent. la G.	8	8 21 0	22 31,6	24 2	25 8 13
et la G. O.	9	8 25 49,5	27 24	28 58	26 37 5
	8	8	29 45		30 1 12
	9	8	37 45	39 37	28 19 0
γ G. Our.	4	8 44 31,8	45 10	45 48	89 58 58
	7	8	57 33,5	59 8,7	25 59 43
	8	9		0 39	26 55 35
	9	9	0 48	2 30,5	26 57 45
	6.7	9 3 12,5	4 56,5		27 5 50
	8.9	9		10 59	25 58 15
	7	9 12 43	14 22,5	15 59,5	26 20 55
	8	9		17 56	26 22 42
Ent. la G.	8	9	18 26,5	20 14	27 28 52
et la G.O.	7	9 21 20,5	23 2	24 42,6	26 38 30
	8	9 30 45,2	32 56	35 6	30 1 30
	8.9	9	35 29,5	37 26	28 42 13
	9	11	2 27,5	9 32	29 57 25
	6.7	11	23 37	25 44,5	29 52 4
	10	11 36 51,5	38 39,5		27 38 12
	7	11	41 52	43 28	26 2 33
	9	11 50 45	52 39		28 20 58
	6	11 51 49	53 51	55 52	29 11 28
	7.8	11 51 50	53 52	55 53	29 2 49
Giraffe.	7	11 57 2	59 9		29 40 8
	9	11 58 51	60 59	3 7	29 48 23
	7	11 59 3	1 11	3 19	29 47 14
31 Hev.	5	11 59 28	1 37,5	3 46,3	27 53 38
Dr. H. 5.	6	12 7 7,5	8 54,5	10 40,5	29 26 28
	8	12 20 17,5	22 9,5	24 9,2	28 57 29
	7	12	25 2,5	26 48,3	27 28 56
	9	12	28 19	30 17,2	28 54 21
	8	12	32 30,7	34 22,5	28 10 23
–	9	12		35 46	27 37 10
Polaire.	2	12 43 50			
Giraffe.	9	12		49 13,5	29 11 15
	6	12 50 22,5	52 11,5	53 58,5	27 41 9
	10	13	0 41,5	2 49,5	29 55 43
	6	13 22 22	24 42	27 2	30 50 17
	9	13	29 11	31 5	28 15 9
	7	13	31 37	33 34	28 38 0
	7	13 36 18,5	38 18	40 18	29 0 48
	5.6	13		43 37	30 13 30
	9	13	46 59,5	48 48,5	27 43 9
	9	13	53 44,5	55 40,5	28 38 21
α Dragon.	2	13	58 48	59 47,6	16 29 51

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. 8.
19 mars.					+ 1 18
3 P. Our	6	14		6 47,2	26 42 0
4 b.	4.5	14	9 25,5	11 29,7	29 38 33
	10	14		20 4	27 44 30
α P. Our.	4	14 25 58,6	27 47,7	29 55	27 41 20
β.	3	14 49 35	51 11,5	52 48,2	26 7 23
	7	14 55 57,5	57 50	60 0,2	30 7 14
	9	15	1 51,5	3 45	28 27 44
10.	7	15 4 35	6 38,5	7 42,7	25 48 23
	8.9	15	8 37	10 37,7	29 16 57
	10	15		11 45,5	27 54 25
11.	5	15 15 49,6	17 14,2	18 37,5	25 41 52
γ.	3	15 19 38	21 2,5	22 25,7	23 41 30
θ.	5	15 35 27	37 28,8	39 28,7	29 9 3
	9	15	40 47,5	42 43	28 57 45
ζ.	4	15 49 16,7	51 22,6	53 26,5	29 3 13
19.	5	16 14 50	16 37	18 24	27 30 51
20.	6	16 15 57	17 40	19 21,5	26 50 5
21 η.	5	16 21 41	23 27	25 11,2	27 20 30
	7	16	26 16	28 3,5	27 43 53
	8	16		28 57,5	29 8 56
	8	16		31 20,2	28 1 8
	5.6	16 37 24,2	39 23,4	41 22	28 57 44
	6	16 40 27,6	42 31,5	44 30,5	29 12 22
	7	16 41 35	43 38	45 37,5	29 10 6
Pié de Cé.	8	16 42 36	44 38,7	46 40	29 15 49
	9	16	48 48,5	50 53	29 21 18
	10	16		[illegible]8 32,5	29 27 23
P. Ourse.	5.6	16 50 8,5	52 8,2	54 7	28 58 25
	6.7	16	55 49	57 29	26 49 30
	5.6	16 57 31	59 14	6 53,5	26 49 30
	6	17 6 21		9 42	26 31 19
	7	17	6 41,5		26 37 24
	7	17		7 40,5	29 3 30
	7	17		8 4,5	29 21 51
	8	17		12 39,5	29 29 0
	9	17	14 10	15 54	27 15 32
Dragon.	6	17	19 23,6	20 44	23 7 5
β Dragon.	2.3	17 25 20,5	26 1,8	26 42,7	3 35 0
20 mars					
α Polaire.	2	0 31 50	44 10,5	57 23,5	39 18 3
Chévre.	1	5 1 3,5	1 39,5		86 53 34
Giraffe.	7	6		55 36	29 31 0
	7	6		54 25.5	29 43 21
	8	7 1 31	4 35.5		33 13 45
	9	7		6 57	32 5 21
	8	7 11 55,5	13 10,4	15 2,5	28 18 53
	6	7 17 24,2	20 1,2		31 51 57
	9	7	41 56,2	44 17	31 2 0
	9	7	42 37,5	45 2,5	31 12 18
	9	7		45 4,2	31 12 37
	6	7 54 30,3	56 10,5	57 49,5	26 33 37
	5.6	8 2 14	5 39,5	9 2,5	34 3 21
	9	8		7 45,5	34 8 21
	10	8	18 24		31 51 10
	7	8 20 13,5	22 51,5		31 53 43
	8	8		25 45,5	33 9 23
	5.6	8		40 33,2	32 45 9
	10	8	42 27	45 26	32 56 30
	8	8	47 47,7	50 13,5	31 13 54
	8	8 50 47,5	52 57,7	55 7,4	29 55 36
1 D. Hév.	5	9 1 37,6	4 43,7	7 45	33 20 27
Giraffe.	5	9 18 21	20 47	23 12,5	31 11 35

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
Giraffe.					+ 1 18
20 mars.	5. 6	9		22 31,5	30 11 15
	8	9 28 36	31 24		32 28 6
	6	9		55 9,7	31 5 5
	8	9	59 29,5	62 43	33 39 49
	8	10	2 35,5	5 39,8	33 21 5
	8. 9	10		7 31	26 56 17
	5. 6	10 9 37,5	12 28,5	15 59	32 40 37
	8	10	11 38,5	13 45	29 40 37
	4. 5	10 14 32	16 22,5		27 55 57
	8	10		17 17	28 54 38
	5. 6	10	20 54,5	23 44,2	32 37 25
Ent. Gir.	8	10		22 19	28 38 20
et la G. O.	8	10		25 58	29 36 44
	6	10 31 57	33 49,5	35 41	28 12 53
	7. 8	10	34 39		31 33 51
	6	10	37 18	39 19,7	29 17 36
	5	10 39 52,5	42 2,5	44 33,5	30 0 0
	8	10 40 14			29 55 17
		10 40 30	42 21,8	44 10,5	27 57 13
	6. 7	10 45 21,5	47 9,5	48 57,3	27 40 45
	7	10 46 35	48 31,7	50 27,7	28 41 30
	6	10 50 48	52 59	55 9	30 1 53
	6. 7	10		59 48	33 59 0
Giraffe.	6	10 57 15	59 32,3	61 49	30 33 38
	7. 8	11		3 44,2	27 36 36
	8. 9	11	4 28	6 14	27 20 49
	7	11	7 26,5	9 31,3	29 37 54
	10	11 10 15,3	13 21,5	16 25,7	33 18 0
	5	11 12 13	15 20,7	18 28	33 23 24
	10	12	8 41,7		32 23 58
	9	12		8 47	32 24 18
	7	12 23 55	26 43	29 30,6	32 31 12
	5. 6	12 35 16	38 12,3	41 6,5	32 52 56
	8	12 40 21,2		46 1,5	32 39 42
Polaire.	2	12 42 50,5		69 20	
T. Giraf.	7	12		59 18	33 6 54
	6	13 – 1,3		11 49,5	32 41 35
	8	13 13 49,5			30 55 17
	9	13	15 50,5	19 4,5	33 42 58
	5	13 22 21,4	24 41,7	27 2,2	30 50 21
21 mars.					
Giraffe.	9	7	7 45,5		36 15 55
	8	7 8 45,5		18 12,5	36 2 0
	7	7	21 42,5	27 9	35 43 4
	10	7	32 5		35 32 39
Giraffe.		7		36 2,5	25 33 55
	9	7		42 17,5	34 48 27
	7	7		39 35,5	34 8 52
	7. 8	7	50 59,5	56 36	36 51 5
	9	7	52 16		36 59 39
	8	8 2 14	5 39		34 3 26
	8. 9	8 3 18	7 49		35 41 0
	7	8 14 45	18 27,5		34 35 12
Giraffe.	7	8 17 30,5	21 13,7	24 56	34 37 22
	9	8 20 50	24 48	28 46	35 4 13
	6	8 22 52	26 39	31 25	36 5 33
	9	8 37 29,5	41 10	44 49	34 33 46
	9	8 46 9	49 54,4		34 19 52
	8	8 54 55,5	58 49,5	62 42	35 55 51
D. Hév. 1	5	9 1 35,5	4 42,5	7 47	33 20 27
Giraffe.	9	9 2 55		10 4	34 38 17
	9	9		13 54	36 31 26

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
21 mars.					+ 1 28
Giraffe.	9	9		14 48	35 22 21
	9	9		15 15	35 35 17
	10	10		49 36	34 55 52
	7	10		53 48	35 59 5
	10	10	58 8		35 36 7
	9	11 4 50	10 53	16 40	36 58 12
λ Dragon.	3. 4	11		19 55,5	21
	9	11		32 32	34 35 41
	9	11 42 35	45 33		32 54 50
Giraffe.	6	11 44 57	47 57	51 59	35 8 4
	9	11	47 36,5	50 12	31 52 27
	8. 9	11		54 30,5	35 53 6
	5. 6	11 56 48,5	60 4	63 26,5	35 59 19
	10	11 57 14	60 49	64 0	35 50 32
	8	12	5 55	8 43	32 23 59
	8	12	6 1		32 24 12
	8	12		24 58,2	34 16 4
	6. 7	12 30 11	34 50,7	39 24	35 54 23
	5. 6	12 41 41	46 7,5	50 31,5	35 40 16
	5	12 41 50	46 17	50 41,5	35 39 49
Polaire.	2	12 42 53,5	56 2	69 23	42 8 6
	7	13	21 58	27 42,5	36 52 28
	8	13	22 30	27 15,5	36 6 14
	8	13 24 8,5		32 42	35 29 48
	6	13	36 5	38 37	31 31 43
	9	13 39 3	42 8	45 9	33 13 15
	8	13 40 44,5	43 29		32 22 1
	6	13 47 56	50 21,5	52 45,5	31 8 26
	5	13		51 42,7	34 54 39
P. Ourse.	7	13 50 43,5	53 39,5	56 34,5	32 54 24
	7	13		53 0,5	32 4 31
	8	13	55 21,5	57 44,5	31 6 58
	8. 9	14		5 26	36 54 10
b P. Our.	5	14 7 17	9 23,5	11 29,2	29 38 57
	9	14			31 2 35
a P. Our.	4	14 25 57	27 46,5	29 34	27 44 27
	8	14	36 44		32 50 35
	6. 7	14	39 13	41 44,5	31 40 15
	8. 9	14 42 28	45 5,5	47 38,5	31 47 8
β.	3	14 49 54,2	51 11,7	52 47,7	26 7 23
	6	14 56 53	60 44,5	63 35,5	37 40 5
	7	14	57 49,2		32 42 0
	5	15 0 49,7	4 27	8 4,4	34 28 3
	7	15 8 26,2	13 6,5		35 51 42
γ.	3	15 19 37,2	21 1,3	22 25,5	23 41 36
	7. 8	15		27 11,5	30 14 23
	8	15 30 12,5	33 8	36 3,5	32 52 18
	9	15 37 53,5			33 37 41
	6	15 38 7,5	41 11		32 14 21
	8	15 38 40,5	41 23		32 14 21
	8	15 39 36	42 27		32 35 4[illegible]
	7	15	47 14,5		34 2 53
	7	15		49 30	32 22 3[illegible]
	7	15	50 56,5	53 28	31 44 40
	8	15	54 51	57 27,5	31 51 39
	6. 7	15	58 39,5		32 39 55
	6	16		5 24	36 35 16
	7. 8	16		8 49	34 39 45
	7	16 10 25	14 34,5		35 18 15
	6. 7	16 12 38	18 32		36 58 21
		16 21 29	25 29,3		35 7 10
	8	16		29 3,6	32 45 13
	8. 9	16	29 34,6	32 48,5	33 40 51

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
21 mars.					+ 1 18
P. Ourse.	8	16	35 30,5		34 12 34
P. Ourse.	8	16	37 59,5		31 54 8
	5	16		39 22,5	30 30 19
	7	16 42 3	48 27,2	46 56,5	31 18 42
	7	16 44 23			35 13 43
	5. 6			51 43,5	30 24 20
ε P. Our.	4	17 3 47	6 55	10 1	33 27 40
27 mars.					
o G. Our.	5	8	12 55,6	13 47,7	12 31 19
4 π 2.	5	8 20 51,8	21 51,8	22 51,8	16 9 46
Giraffe.	9	8		38 14	38 50 22
	9	8		45 24	39 7 14
	9	8	49 4,5		37 5 36
	8. 9	8 52 32	62 22		38 38 54
	9	8 58 37,5	72 35		39 23 26
	10	9	9 42,5		40 0 35
	6	9 25 52	30 37	35 16	36 1 3
	9	9	27 2		37 56 30
	7. 8	9 38 19		45 36	34 31 24
29 Hév.	6	9 49 22,5	54 30	59 37	36 24 39
	7	9 50 22			34 57 18
30 Hév.	6	9 58 51		7 23	34 43 29
	7. 8	10	0 2	5 17,5	36 33 54
	9	10 12 8,5	18 58,5	25 43,6	37 34 19
	9	10		16 9	36 56 0
	8	10	22 27		39 52 36
	9	10 29 40	36 54,5	44 5,5	37 46 38
	7, 8	10 35 32	43 58,5		37 52 50
	9	10	45 49,5	49 43,8	34 53 58
	8	10 47 11,5	50 35	53 55,5	33 59 14
	6	11	50 59	58 19	37 51 41
	9	11		49 35	39 16 27
	6	11 54 40	6 43	16 46	38 42 44
	9	11	59 38,5	12 9	39 12 34
	6	12	7 9	29 8,5	39 53 21
	7	12 24 47,5		40 9,5	37 59 50
	5. 6	12 41 50	46 15	50 39	35 40 15
	5	12 41 59	46 26	50 48	35 39 55
Polaire.	2	12 42 38,5	55 45,5	69 8	
Giraffe.	8. 9	13	2 41,5		38 7 22
	8	13 16 21			
		13 32 33,5	39 10,5		37 27 11
	9	13	50 50		39 43 30
	9	13		5 8	37 25 4
	9	13 59 38,5	6 0,5		37 19 37
	8	14 4 50		19 35	37 51 53
28 mars.					
Chèvre.	1	5 1 8,3	1 44,2	2 20,1	86 53 25
o G. Our.	5	8 12 2,4	12 54,5	13 47	12 31 22
4 π 2.	5	8	21 51,5	22 50,6	16 9 46
	6	8		31 35	36 5 33
D. Hév. 1.	5	9 1 43,7	4 50,5	7 55	33 20 32
Giraffe.	7	9 5 17	23 4		42 27 35
	6	9 18 27	20 54		31 11 39
		10 2 43	22 17		39 52 39
	4. 5	10 14 37	16 29	18 57,5	27 54 5
	8	10 33 30	41 30,5	40 33	44 6 47
	8	11 5 18	11 3	16 50	36 58 13
	8	11 6 4	13 32		37 52 58
	9	11 21 31,5	27 45,5	34 58	37 48 22
	6	11 24 2,5	30 13,5		44 57 21

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	. M. S.
28 mars.					+ 1 18
Giraffe.		11 46 54	59 32		39 12 36
	6. 7	11	50 57		37 51 39
	9	11		55 29	39 16 21
	6. 7	11 56 46,5	6 53,5	16 47,5	38 42 45
	6	12	7 10	27 57	39 58 22
P. Ourse.	9	12		25 36	42 49 30
	6. 7	12	50 19		45 12 54
Polaire.	2	12 42 34,5	55 50,5	69 6,5	42 55 6
29 mars.					
Eur. Cép.	6. 7	8 25 54	29 55		47 5 7
et la P. O.	7	8 35 15,5	39 7		47 15 22
	7	8	41 28,5	45 47	46 40 25
	9	8		43 56,5	46 32 7
	7	8 47 39	51 8	53 10,5	42 27 13
	7	8	50 15	48 37	48 18 6
	7	8 55 1,5	58 8,5	61 3	46 21 15
	9	9 2 13			46 14 0
	8	9	9 31	13 1	47 59 3
	7. 8	9	31 9,5	34 48,6	47 44 53
Céphée	8. 9	9 53 47,5	57 15	0 44	48 3 7
	9	9 58 31	1 58		48 4 15
	8	10	6 41		48 37 19
	8	10		9 15	49 15 0
	8	10		9 22	49 15 0
	7	11 20 52	25 58,5		45 50 40
	8	11 22 21,5	27 5,5	34 9	46 15 1
	8	11 23 44	28 54	36 33	45 37 25
39	6	11 24 6,5	30 19	35 40,5	44 52 22
Cép. Hév.	8	11 26 5	30 54		46 5 16
	9	11	38 38		49 27 44
	7	11 45 19,5	48 18,5		49 4 55
	7	11 47 11	52 31		45 34 5
	8	11 50 46	53 40,5	56 39	49 17 56
	9	11	58 55,5		45 29 11
	9	12		0 47	45 14 16
	8	12 19 39,5	23 27,5	27 4,5	47 35 15
	9	12 20 32	24 16,5		47 30 48
	7	12	25 53,5	28 41	49 46 11
P. Ourse.	6. 7	12	[illegible]	[illegible]	45 13 [illegible]
	5	12 40 1,5	44 59,5	49 55	45 53 58
	6. 7	12 41 28	47 28	53 51,7	45 5 17
Polaire.	2	12 42 47	55 51	69 7,5	42 55 15
	8	13	21 37		39 52 30
Renne.	9	13		24 56,5	[illegible]
	6	13 44 7,5	47 59,6	51 52	[illegible]
	7. 8	14 1 53,3	5 15,7	8 42,5	48 15 3
		14		13 44,5	41 59 45
	6. 7	14	19 56		50 33 57
	9	14		40 10	47 6 16
	9	14		41 33,5	46 57 36
	6	14 43 23	47 31	52 35,5	46 58 50
	8	14	50 38		49 45 21
	8	14		53 28,5	48 22 14
	6	14 57 14	3 11		45 10 10
α Persée.	2	15 8 14	9 53	10 30	81 54 47
Renne.	8	15 25 18	28 1,5		49 52 27
	8. 9	15 26 7,5	28 45		50 10 11
	7	15 32 41	37 24	42 14	46 8 30
	5 6	15 39 31	43	46 39	47 51 33
	8	15 1 5			47 10 35
	5. 6	15		50 23	48 19 5
	8	15	58 2,5	1 53,5	47 38 43

1790.		H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.
29 mars.					+1 18
Renne.	8	16	6 30,5	10 52	46 39 57
	7	16 15 59	22 28,5		46 29 17
	4. 5	16		25 44	50 18 4
	7	16 31 42	36 58	42 10	45 41 36
	8	16 42 54	46 38 5	50 26	47 29 20
	6. 7	16 53 52	58 41		46 4 34
P. Our.	4	17 3 54	7 3,6	10 10,7	33 27 56
	6. 7	17 19 25	44 59,5		42 2 8
	6	17		30 15	44 23 7
	3. 4	17 53 0	1 45	10 37	43 19 50
31 mars*					
Céphée.	9	8		10 55	52 12 20
	9	8	11 16	13 27	52 9 45
	7	8 11 43,8	13 56	16 9	52 2 10
	7	8 21 55,5	24 5,8	26 17,5	52 7 4
	7	8 38 0,5	40 36,8	43 12,6	50 23 52
	6	8 39 20	41 54,7	44 30,6	50 24 56
74 Drag.	6. 7	8 39 37,7	42 7,5	44 36,5	50 45 56
	8	8	49 30,5	52 17	49 51 25
	6	8 55 22	57 42	60 43	51 21 3
	6. 7	8	58 10,5		49 22 0
	8	9 11 5,7	13 32,8	16 2	50 18 22
	8	9 13 49,5	16 15,5		50 57 10
	7	9 20 6,5	22 35	25 6,3	50 45 50
	8	9	21 24	23 48,5	51 11 12
	8	9	25 24,8	27 41,5	51 39 50
	9	9	27 12,7	29 51	50 19 49
	9	9	28 29,5		49 59 34
	6. 7	9 29 18,4	31 37	33 57	51 30 5
	9	9	33 36,7		50 18 0
	10	9 51 26,5	54 29,5		49 0 48
	7	9	55 12,3	57 18,5	52 32 49
	7	9 55 57	58 11,8	0 26,3	51 47 50
	8	10 3 24	6 20	9 18	49 15 8
	9	10 3 31	6 26	9 24	49 15 8
	8. 9	11 1 48	4 0	6 18,5	51 36 14
Céphée.	8	11 1 56,5	4 11,5	6 29,5	51 40 9
	8	11	9 36	12 23	51 51 25
	7. 8	11 10 59,4	13 6,5	15 15,5	52 22 38
	8	11 11 45,2	14 28	17 12,6	49 55 48
	8. 9	11 19 17,8	21 24,5	23 33	52 27 52
	10	11 24 49	27 2	29 26	51 11 18
	10	11	24 53 5	27 17	51 15 25
	9	11	32 36		52 25 39
	9	11	35 48,8		50 58 15
	8	11 50 48	53 42	56 40	49 18 8
	7	11		51 22	49 4 51
	7	12	15 8,5		53 12 55

1790.		H. M. S	M. S.	M. S.	D. M. S.
31 mars.					+1 18
Céphée.	7	12 25 55	28 43		49 46 19
	8. 9	12 32 22,2	34 58	37 35,7	50 17 6
Polaire.	2	12 42 55	56 0,5	69 20	42 55 12
Renne.	8	12	55 42,6		50 21 54
	7	12	52 59,2	55 10	52 13 9
	6	12 53 42,5		56 55,2	52 33 5
	7	12 57 51,2	59 40,2	61 49	52 18 48
	7. 8	13		3 37	51 21 25
	8	13		4 1,5	51 19 22
	9	13		6 58	52 4 5
	8	13 17 25	19 53,5	22 23,5	50 45 18
	8. 9	13 23 48	26 1,2	28 1,6	51 55 8
	8	13 26 27	28 48,5	31 12	51 16 43
	8	13 26 57	29 25,5	31 54	50 47 20
	9	13 31 46	34 8,2		51 14 23
	10	13	38 20,7	40 27,2	52 26 15
	8	13 42 33,5	44 52,3	47 11	51 27 31
	6	13 42 22,3	45 50	48 19	50 49 40
	7. 8	13 43 56,5	46 26,5	48 59	50 58 19
	7	13	50 48	52 56,2	52 25 13
	8	13		52 57	52 25 11
	9	14 9 50,3	11 58,5	14 8	52 19 7
	7	14 17 37,7	19 58,8	22 32	50 33 48
	10	14 27 54	30 18,5	32 48	50 55 42
	8	14	29 2,1	31 18,5	51 53 8
	7	14		44 14,5	50 28 17
	7. 8	14	47 49,5	50 5	51 47 25
Renne.	10	14 59 35	2 11	4 57	50 4 14
	8	15	18 41,8	21 2	51 28 38
	8	15	27 1,5	30 47,5	49 52 18
	8	15	27 48		50 10 13
	8	15	29 43,5		50 31 12
	9	15		36 45,5	50 45 9
Cé. H. 49	5	15	37 22	39 29,3	51 1 8
	7	15 42 21	44 44	47 9	51 8 55
	10	15 45 54	47 54	50 18,5	51 15 23
	6	15 50 10	52 38	55 7	50 49 15
	8	15 52 19,3	54 49,5	57 20,6	50 42 12
	8	15 59 18,5	61 48,7	64 18,5	50 43 20
	8. 9	16 7 9		12 9,6	50 42 35
	8. 9	16 8 56	11 16,5		51 0 44
	7	16 10 20,8	12 34,6	14 48,8	51 54 0
C. H. 50	4. 5	16		25 46,3	50 18 16
	9	16	25 29	28 6,5	50 12 57
	10	16	41 23,7	44 4	50 10 49
G. H. 19	5	16 47 17,7	49 28,6	51 39,4	52 9 14
	8	16 56 5			51 28 17
Chèvre.	1	17 1 4,2		2 16,5	83 11 6

* Beau temps 8 jours de suite.

MÉMOIRE

Sur le Chêne ballote ou à glands doux du Mont-Atlas.

PAR LE C. DESFONTAINES.

LES productions du règne végétal dont la société peut retirer des avantages, sont celles qui méritent particulièrement l'attention des botanistes, et qu'ils doivent s'appliquer à décrire avec exactitude, afin qu'on puisse les reconnoître et en faire usage dans tous les temps et dans tous les lieux où elles croissent. De ce nombre est une espèce de chêne connu sur les côtes de Barbarie, sous le nom de *ballote*, et dont les glands, aussi doux que la chataigne, servent de nourriture pendant une partie de l'hyver à un grand nombre d'habitans du Mont-Atlas.

Il paroît vraisemblable que Pline avoit eu connoissance du chêne à glands doux : « Il est certain, dit cet auteur, » qu'il y a des glands qui font la principale richesse de » plusieurs nations, même pendant la paix : ces glands, » torréfiés et réduits en farine, servent à faire une sorte » de pain dans les temps de disette ».

Glandes opes esse nunc quoque multarum gentium etiam pace gaudentium constat. Nec non est inopiâ frugum arefactis molitur farina, spinatùrque in panis usum. Plin. lib. xvj. cap. v.

Plusieurs botanistes modernes ont aussi fait mention du chêne à glands doux, mais aucun de ceux que j'ai consulté ne l'a décrit avec exactitude ; c'est ce qui m'a déterminé à offrir à l'Académie les observations que j'ai faites sur cet arbre intéressant, pendant mon séjour sur les côtes de Barbarie où il croît naturellement.

Chêne ballote.
Quercus ballota.

Q. *Foliis ellypticis, perennantibus, denticulatis, integrisve, subtùs tomentosis, fructu longissimo.*

Tronc. De trente à quarante pieds d'élévation, sur un à deux de diamètre. Ecorce sillonnée, d'une couleur brune, tirant sur le gris, rameaux raboteux, disposés en une tête ovale ou quelquefois sphérique, jeunes pousses blanches cotonneuses, legèrement cannelées.

Feuilles. Persistantes, elliptiques, plus ou moins allongées, ordinairement arrondies au sommet, vertes et glabres en dessus, blanches et cotonneuses en dessous, entières ou légèrement dentées, un peu roides, longues d'un à deux pouces, larges de six à dix lignes, moins piquantes et moins ondées que celles de l'yeuse. Q. *ilex lin.* petiole long d'environ deux lignes.

Fleurs. Monoiques comme dans toutes les autres espèces de chêne.

Fl. mâles. Chatons grêles, pendans, cotonneux, tantôt solitaires, tantôt réunis aux aisselles des feuilles. Fleurs ordinairement rapprochées en petits groupes le long de l'axe du chaton.

Calice. Très-petit, membraneux ; cinq à six divisions profondes, obtuses, inégales.

Corolle. Nulle.

Etamines. Sept. Un peu plus longues que le calice; filets

capillaires. Anthère à deux loges à-peu-près sphériques, renfermant des poussières jaunes.

Fl. femelles. Elles naissent comme les mâles, seules ou réunies en paquets aux aisselles des feuilles, mais toujours sur les plus jeunes rameaux.

Calice. Persistant, composé de petites écailles ovoïdes, étroitement serrées.

Corolle. Nulle.

Style. Très-court, divisé en trois ou quatre parties, qui débordent le calice. Embryon ovoïde.

Fruits. Sessiles ou portés sur un pédicelle d'une à deux lignes; gland long d'un pouce et demi à deux pouces, sur cinq à six lignes de diamètre, entouré à sa base d'une coque hémisphérique, composée d'un grand nombre de petites écailles, obtuses, cotonneuses, très-rapprochées les unes contre les autres. Cette coque ressemble beaucoup à celle des glands de l'yeuse ou chêne vert.

On voit, d'après cette description, que le chêne *ballote* a de grands rapports avec l'yeuse : il en diffère principalement par ses feuilles recouvertes en dessous d'une substance cotonneuse, blanche et très épaisse, par ses fruits beaucoup plus allongés en proportion de leur grosseur ; enfin, par leur saveur douce et approchante de celle de la chataigne. Le *ballote* s'élève aussi à une plus grande hauteur que l'yeuse, et il a un aspect si différent qu'on les distingue facilement l'un de l'autre, même à une grande distance, lors qu'ils croissent dans les mêmes lieux.

Le *ballote* a aussi quelque ressemblance avec le liége, Q. *suber. lin*; mais son écorce n'est jamais fongeuse comme celle de ce dernier.

Les glands du liége sont plus courts, plus grêles, d'une saveur amère et astringente, et ses feuilles ne sont point cotonneuses en dessous comme celles du *ballote*.

J'en ai observé deux variétés bien distinctes, l'une à feuilles orbiculaires, dont le diamètre n'étoit que de cinq à six

lignes, celles de la seconde étoient très-allongées et terminées en pointe : ces différences peuvent venir de l'âge de l'arbre, de son exposition, de l'élévation ou de la nature du terrein où il croît : il fleurit en mai, et ses fruits sont mûrs dans le mois de novembre.

Je suis porté à croire que ce chêne est le même que l'*ilex major clus. rar. p.* 23, dont les feuilles sont pareillement cotonneuses en dessous et qui porte des glands doux, que l'on mange dans plusieurs cantons de l'Espagne. Néanmoins la description de l'auteur est si abrégée que je n'oserois l'assurer bien positivement, mais tout ce qu'il en dit, ainsi que la figure qu'il en a donnée, se rapportent assez bien au chêne *ballote* du Mont-Atlas.

La Marck a parlé, dans l'Encyclopédie méthodique, d'une espèce de chêne à glands doux, originaire d'Espagne, qu'il nomme *chêne à feuilles rondes* : cette espèce dont j'ai vu plusieurs individus, à la vérité encore très-jeunes, dans le jardin de Cels m'a paru très-différente de celle du Mont-Atlas : d'après cela il est possible, et même probable, qu'il existe deux espèces de chêne à glands doux.

Le *ballote* croît en grande abondance dans les royaumes d'Alger et de Maroc ; j'en ai vu d'immenses forêts sur les montagnes de Belide, de Masçar, de Tlemsen, etc. on le rencontre quelquefois dans les plaines, mais toujours en petite quantité ; on en vend les fruits dans les marchés publics, les Maures les mangent cruds ou grillés sous la cendre, ils sont très-nourrissans et n'ont aucune amertume. On m'a assuré que dans quelques cantons de la Barbarie on en exprime une huile très-douce, qui le dispute à celle de l'olive ; le bois est dur, compact et fort pesant, il est excellent pour le chauffage ; on pourroit l'employer utilement pour les ouvrages de charronnage et de menuiserie, je suis persuadé qu'on s'en serviroit aussi avec avantage dans les constructions navales et civiles.

Il seroit facile, et en même-temps très-utile, d'accli-

mater et de multiplier, en France, cet arbre précieux ; il réussiroit sur les montagnes de nos provinces méridionales, dont la température approche de celle des lieux où il croît naturellement ; on le trouve le plus ordinairement sur les sommets, dont les neiges disparoissent vers le commencement d'avril.

Les glands que j'ai rapportés, et ceux que j'ai fait venir depuis mon retour, ont levé dans plusieurs jardins de Paris : j'ignore encore si ceux que j'ai distribué à divers cultivateurs de Provence y ont réussi.

Explication de la figure.

A. Calice d'une fleur mâle.
B. Etamines avec le calice.
C. Une Etamine.
D. Calice de la fleur femelle.
E. Calice et style d'une fleur femelle.
F. Style fendu en trois.

Tous ces objets ont été dessinés vus à la loupe ; les suivans sont de grandeur naturelle.

G. Gland de grandeur naturelle avec sa coque.
H. Gland séparé de sa coque.
I. Coque séparée du gland.
K. Gland dont la peau est enlevée à moitié.

OBSERVATIONS

SUR LE SPATH CALCAIRE RHOMBOÏDAL,

Trouvé dans les carrières de grès de Fontainebleau.

PAR B. G. SAGE.

LES naturalistes ont fait mention du grès calcaire crystallisé qui a été trouvé il y a 14 ans, à Fontainebleau, dans la carrière de Bellecroix. Ce canton est très-remarquable par le nombre et la dispersion des immenses blocs de grès dont la terre paroît couverte : M. de Lassonne a donné un mémoire très-intéressant sur ces grès.

La forme rhomboïdale du grès crystallisé, est la même que celle du spath calcaire qui s'y trouve dans la proportion de quarante livres par quintal. Ici la forme du spath calcaire subsiste par la même cause que les crystaux qui résultent d'une espèce de cémentation, affectent la forme de substances qui ont concouru à la décomposition des dissolutions salines ; ainsi, la pierre calaminaire de Sommerset affecte la forme pyramidale du spath calcaire qui a concouru à la décomposition du vitriol de zinc.

Quoique je n'eusse pas encore trouvé du spath calcaire pur dans les carrières de grès, cependant je présumois que les grès crystallisés en rhomboïdes, devoient leur forme

à du spath; des vermiculaires trouvés dans ces carrières de grès, me paroissoient propres à étayer mon opinion; mais le spath calcaire rhomboïdal qu'on vient de découvrir dans la carrière de grès de Bellecroix, et dont je mets un échantillon sous les yeux de l'Académie, confirme mon assertion.

MÉMOIRE

MÉMOIRE
SUR
UNE RELATION ALGEBRIQUE
ENTRE L'ANOMALIE VRAIE
ET L'ANOMALIE MOYENNE,

PAR A. P. DIONIS DU SÉJOUR.

EXPOSITION DU SUJET.

(1). On connoît la relation entre l'anomalie vraie et l'anomalie moyenne.

Soit

1 le demi-grand axe de l'ellipse;
ε la distance du centre au foyer;
R le rayon vecteur;
u l'angle traversé depuis l'aphélie;
T le temps total de la révolution;
2π le rapport de la circonférence au rayon;
ϕ un angle tel que (1) $\sin. \phi = \frac{\sqrt{(1-\varepsilon^2)} \sin. u}{1 - \varepsilon \cos. u}$;

l'on a

(2) anomalie moyenne exprimée en temps $= \frac{T}{2\pi}(\phi + \varepsilon \sin. \phi)$.

Au moyen de cette dernière équation, étant donnée

l'anomalie vraie u, on trouve facilement l'anomalie moyenne. Mais lorsque l'anomalie moyenne est donnée, il n'est pas aussi facile d'en conclure l'anomalie vraie, puisque l'on a à résoudre (*éq.* (2)), une équation qui renferme l'arc et le sinus de l'arc qu'il faut connoître.

(2). Pour faciliter la solution du problême, l'on a employé des séries qui expriment, d'une manière approchée l'anomalie vraie, étant donnée l'anomalie moyenne. Mais quoique ces solutions ne laissent rien à desirer pour les usages astronomiques, attendu que les excentricités des orbites planétaires sont très-petites, on ne peut cependant pas se dissimuler, que, géométriquement parlant, la solution n'est pas rigoureuse. Je me propose, dans ce Mémoire, de faire voir qu'il existe une équation simple et rigoureuse entre l'anomalie vraie et l'anomalie moyenne, telle que le temps étant donné, l'on peut déterminer l'anomalie vraie d'une manière expéditive. Cette remarque m'a paru assez intéressante pour être développée.

Dans cette recherche, je ferai usage du théorème démontré d'abord par M. Lambert de Berlin, puis successivement par MM. de la Grange et de la Place. Je donnerai une nouvelle démonstration de ce théorême.

Théorême de M. Lambert.

(3). Voici l'énoncé du théorême de M. Lambert, avec le petit changement que j'ai cru y devoir faire, pour le rendre parfaitement exact, et que j'ai souligné.

Soient deux ellipses qui ont le même grand axe. Si dans chacune de ces ellipses, on considère un arc terminé par deux points, tels que la somme des rayons vecteurs menés aux extrémités de l'arc dans l'une des ellipses, soit égale à la somme des rayons vecteurs menés aux extrémités de l'arc correspondant de l'autre ellipse, et que de plus les cordes soient égales dans les deux ellipses, les temps em-

ployés à parcourir les deux arcs, seront égaux, quelques soient les excentricités de ces ellipses: *pourvu toutefois que les points qui terminent les arcs, soient semblablement situés par rapport au grand axe, dans les deux ellipses.*

(4). On peut remarquer ce que j'ai ajouté à l'énoncé du théorême de M. Lambert, et qui le rend parfaitement exact. Car si, par exemple, dans une des ellipses, la somme des rayons qui terminent l'arc, étoit égale à la somme des rayons qui terminent l'arc dans la seconde ellipse, et que les cordes fussent égales dans les deux ellipses; les temps cependant ne seroient point égaux, si dans l'une des ellipses, les points qui terminent l'arc étoient situés du même côté du grand axe, et que dans l'autre ellipse ils fussent situés de côté différent. La démonstration suivante rendra cet énoncé sensible.

Démonstration du théorême de M. Lambert.

(5). Soient

1 le demi-grand axe des deux ellipses;

ε la distance du centre au foyer, relativement à la première ellipse;

r, r' les rayons vecteurs qui terminent l'arc parcouru dans la première ellipse;

u, u' les anomalies vraies des points qui terminent l'arc dans la première ellipse;

ϕ, ϕ' les arcs qui répondent aux anomalies vraies u, u', et qui sont déterminés par l'équat. (1) du §. 1;

$2c$ la corde de l'arc de la première ellipse;

T le temps total de la révolution dans chacune des deux ellipses;

2π le rapport de la circonférence au rayon;

t le temps employé à parcourir l'arc dans la première ellipse,

ε' la distance du centre au foyer, relativement à la seconde ellipse;

r'', r''' les rayons vecteurs qui terminent l'arc parcouru dans la seconde ellipse;

u'', u''' les anomalies vraies des points qui terminent l'arc dans la seconde ellipse;

φ'', φ''' les arcs qui répondent aux anomalies vraies u'', u''', et qui sont déterminés par l'équation (1) du §. 1;

$2c'$ la corde de l'arc de la seconde ellipse;

t' le temps employé à parcourir l'arc dans la seconde ellipse.

Il suit de l'équation (2) du §. 1, que l'on a

$$(1)\quad t = \frac{T}{2\pi}\{\varphi' - \varphi + \varepsilon\,(\sin.\varphi' - \sin.\varphi)\};$$

Fig. 1re.

$$(2)\quad t' = \frac{T}{2\pi}\{\varphi''' - \varphi'' + \varepsilon'\,(\sin.\varphi''' - \sin.\varphi'')\}.$$

(6). Si dans l'une quelconque des ellipses, l'on mene du foyer F, les rayons vecteurs Fm, Fμ; que l'on prolonge le rayon Fμ; que sur ce prolongement l'on abaisse la perpendiculaire $m\mu'$, et que l'on joigne les points μ, m, par la corde $m\mu$. Dans le triangle rectiligne Fμm, l'on aura, corde^2 μm = rayon^2 Fμ + rayon^2 Fm + 2 rayon Fm rayon Fμ cos. ang. mFμ' = (rayon Fμ + rayon Fm)^2. — 2. rayon Fμ rayon Fm + 2 rayon Fm rayon Fμ cos. angle mFμ'. Mais l'angle mFμ' = angle AFμ' — angle AFm = — 180^d + angle AFμ — angle AFm; donc cos. mFμ' = — cos. (angle AFμ — angle AFm). Donc corde^2 μm = (rayon Fμ + rayon Fm)^2 — 2 rayon Fm rayon Fμ — 2 rayon Fm rayon Fμ cos. (angle AFμ — angle AFm). Mais corde $\mu m = 2c$; rayon F$m = r$; rayon F$\mu = r'$; angle AFμ — angle AF$m = u' - u$; donc (1) $4c^2 = (r + r')^2 - 2rr' - 2rr'(\sin.u \sin.u' + \cos.u \cos.u')$.

L'on a pareillement pour la seconde ellipse

$$(2)\,4c'^2=(r''+r''')^2-2rr''-2r''r'''(\sin.u''\sin.u'''+\cos.u''\cos.u''').$$

Et par conséquent

$$(3)\,4(c^2-c'^2)=(r+r')^2-2rr'-2rr'(\sin.u\sin.u'+\cos.u\cos.u')$$
$$-(r''+r''')^2+2r''r'''+2r''r'''(\sin.u''\sin.u'''+\cos.u''\cos.u''').$$

(7). Par une des propriétés générales de l'ellipse, l'on a $r=\frac{1-\varepsilon^2}{1-\varepsilon\cos.u}$; mais nous avons supposé (§. 1 *éq.* (1)), que $\sin.\phi=\frac{\sqrt{(1-\varepsilon^2)}\sin.u}{1-\varepsilon\cos.u}$; l'on a donc $r\sin.u=\sqrt{(1-\varepsilon^2)}\sin.\phi$. De l'équation $r=\frac{1-\varepsilon^2}{1-\varepsilon\cos.u}$, l'on conclut $r^2\varepsilon^2\cos.^2u=(r-1+\varepsilon^2)^2$; $r^2\varepsilon^2(1-\sin.^2u)=(r-1+\varepsilon^2)^2$; $r^2\sin.^2u=\frac{r^2\varepsilon^2-(r-1+\varepsilon^2)^2}{\varepsilon^2}$. De l'équation $r\sin.u=\sqrt{(1-\varepsilon^2)}\sin.\phi$, l'on conclut, $r^2\sin.^2u=(1-\varepsilon^2)\sin.^2\phi$; donc en égalant ces deux valeurs de $r^2\sin.^2u$, et divisant par ε^2-1, l'on a $-r^2+2r-1+\varepsilon^2(1-\sin.^2\phi)=0$; donc $(r-1)^2=\varepsilon^2\cos.^2\phi$; donc enfin $r=1\pm\varepsilon\cos.\phi$. Si l'on substitue cette valeur de r, dans l'équation $r\varepsilon\cos.u=r-1+\varepsilon^2$, l'on conclura $r\cos.u=\varepsilon\pm\cos.\phi$. L'on a donc en général dans l'ellipse,

$$(1)\,r\sin.u=\sqrt{(1-\varepsilon^2)}\sin.\phi;\ (2)\,r=1+\varepsilon\cos.\phi;\ (3)\,r\cos.u=\varepsilon+\cos.\phi.$$

(8). On voit par-là que dans le cas que nous considérons, l'on a les équations suivantes,

$$r=1+\varepsilon\cos.\phi;\ r'=1+\varepsilon\cos.\phi';\ r''=1+\varepsilon'\cos.\phi'';\ r'''=1+\varepsilon'\cos.\phi'''.$$

$$r\cos.u=\varepsilon+\cos.\phi;\ r'\cos.u'=\varepsilon+\cos.\phi';\ r''\cos.u''=\varepsilon'+\cos.\phi'';$$
$$r'''\cos.u'''=\varepsilon'+\cos.\phi'''.$$

$$r\sin.u=\sqrt{(1-\varepsilon^2)}\sin.\phi;\ r'\sin.u'=\sqrt{(1-\varepsilon^2)}\sin.\phi';\ r''\sin.u''$$
$$=\sqrt{(1-\varepsilon'^2)}\sin.\phi'';\ r'''\sin.u'''=\sqrt{(1-\varepsilon'^2)}\sin.\phi'''.$$

$$r+r'=2+\varepsilon(\cos.\phi+\cos.\phi');\ r''+r'''=2+\varepsilon'(\cos.\phi''+\cos.\phi''').$$

$$rr'=1+\varepsilon(\cos.\phi+\cos.\phi')+\varepsilon^2\cos.\phi\cos.\phi';\ r''r'''=$$
$$1+\varepsilon'(\cos.\phi''+\cos.\phi''')+\varepsilon'^2\cos.\phi''\cos.\phi'''.$$

$$rr'\sin.u\sin.u'=(1-\varepsilon^2)\sin.\phi\sin.\phi';\ r''r'''\sin.u''\sin.u'''$$
$$=(1-\varepsilon'^2)\sin.\phi''\sin.\phi'''.$$

$rr' \cos. u \cos. u' = \varepsilon^2 + \varepsilon (\cos. \phi + \cos. \phi') + \cos. \phi \cos. \phi'$;
$r'' r''' \cos. u'' \cos. u''' = \varepsilon'^2 + \varepsilon' (\cos. \phi'' + \cos. \phi''') + \cos. \phi'' \cos. \phi'''$.

Si l'on substitue ces valeurs dans l'équation (3) du §. 6, elle deviendra,

$$(1)\ 4(c^2 - c'^2) = (r + r')^2 - (r'' + r''')^2 - 4\varepsilon(\cos. \phi + \cos. \phi') + 4\varepsilon' (\cos. \phi'' + \cos. \phi''') - 2\varepsilon^2 \{ 1 + \cos. (\phi' + \phi) \} + 2\varepsilon'^2 \{ 1 + \cos. (\phi''' + \phi'') \} - 2\cos. (\phi' - \phi) + 2\cos. (\phi''' - \phi'').$$

Voyons maintenant ce qui résulte de l'égalité de la somme des rayons vecteurs et des temps.

(9). Nous remarquerons d'abord que de l'égalité de la somme des rayons vecteurs, il résulte que $(r + r')^2 = (r'' + r''')^2$. D'ailleurs puisque $r + r' = r'' + r'''$, et que (§. 8) $r = 1 + \varepsilon \cos. \phi$; $r' = 1 + \varepsilon \cos. \phi'$; $r'' = 1 + \varepsilon' \cos. \phi''$; $r''' = 1 + \varepsilon' \cos. \phi'''$; l'on concluera,

$$(1)\ \varepsilon (\cos. \phi + \cos. \phi') = \varepsilon' (\cos. \phi'' + \cos. \phi''').$$

(10). De l'égalité des temps, il résulte (§. 5) que (1) $\phi' - \phi - \phi''' + \phi'' + \varepsilon(\sin. \phi' - \sin. \phi) - \varepsilon'(\sin. \phi''' - \sin. \phi'') = 0$.

Mais cette dernière équation peut avoir lieu de deux façons différentes; la première, parce qu'il existe véritablement entre les arcs ϕ, ϕ', ϕ'', ϕ''' et leurs sinus, la relation déterminée ci-dessus; la seconde, parce que l'on a, à la fois, $\phi' - \phi = \phi''' - \phi''$; et $\varepsilon(\sin. \phi' - \sin. \phi) - \varepsilon'(\sin. \phi''' \sin. \phi'') = 0$.

C'est cette dernière supposition que M. Lambert a considérée.

(11). De la supposition de $\phi' - \phi = \phi''' - \phi''$, il suit que $\cos. (\phi' - \phi) = \cos. (\phi''' - \phi'')$; de la même supposition, et de l'égalité des temps, il suit que $\varepsilon (\sin. \phi' - \sin. \phi) - \varepsilon'(\sin. \phi''' - \sin. \phi'') = 0$. De plus, nous avons vu (§. 9), que de l'égalité de la somme des rayons vecteurs, il suit que, $\varepsilon (\cos. \phi + \cos. \phi') = \varepsilon' (\cos. \phi'' + \cos. \phi''')$. Donc $\varepsilon^2(\sin. \phi' - \sin. \phi)^2 + \varepsilon^2(\cos. \phi + \cos. \phi')^2 = \varepsilon'^2(\sin. \phi''' - \sin. \phi'')^2 + \varepsilon'^2(\cos. \phi'' + \cos. \phi''')^2$; d'où l'on conclut $\varepsilon^2 \{ 1 + \cos. (\phi' + \phi) \} = \varepsilon'^2 \{ 1 + \cos. (\phi''' + \phi'') \}$.

(12). Puisque la supposition de l'égalité de la somme des rayons vecteurs, et de l'égalité des temps dans les deux arcs que l'on compare, donne les équations suivantes,

$$(1)\ (r+r')^2-(r''+r''')^2=0;$$

$$(2)\ \varepsilon(\cos.\phi+\cos.\phi')-\varepsilon'(\cos.\phi''+\cos.\phi''')=0;$$

$$(3)\ \varepsilon^2\{1+\cos.(\phi'+\phi)\}-\varepsilon'^2\{1+\cos.(\phi''+\phi''')\}=0;$$

$$(4)\ \cos.(\phi'-\phi)-\cos.(\phi'''-\phi'')=0;$$

l'équation (1) du (§. 8) se réduit à $c^2-c'^2=0$.

(13). On peut conclure de ces recherches, que dans deux ellipses qui ont le même grand axe, si la somme des rayons vecteurs qui terminent ces deux arcs, est égale de part et d'autre, et que les temps employés à parcourir ces arcs soient égaux, les cordes seront essentiellement égales. Mais si la somme des rayons vecteurs est égale, et que les cordes soient égales, les temps employés à parcourir les arcs peuvent n'être pas égaux. Il faut de plus que les deux équations $\phi'-\phi+\phi''-\phi'''=0$, et $\varepsilon(\sin\phi'-\sin.\phi)-\varepsilon'(\sin.\phi'''-\sin.\phi'')=0$, aient lieu à la fois. Or, cette dernière condition exige que dans les deux ellipses, les points terminateurs des arcs, soient situés des mêmes côtés, par rapport au grand axe.

Remarques sur l'analyse précédente, lorsque l'une des ellipses que l'on compare est un cercle.

(14). Il est évident, d'après le théorême de M. Lambert, que l'on peut comparer le mouvement dans l'ellipse, au mouvement dans un cercle qui a pour rayon le demi-grand axe de l'ellipse; mais la modification apportée à l'énoncé de ce théorême, fait voir, en même-temps, que cette comparaison exige des conditions.

(15) Supposons que l'une des ellipses que l'on compare soit un cercle; dans l'éq. $\varepsilon(\sin.\phi'-\sin.\phi)-\varepsilon'(\sin.\phi'''-\sin.\phi'')$

$=0$, l'on aura $\varepsilon'=0$; cette équation deviendra $\varepsilon(\sin.\varphi'-\sin.\varphi)=0$; d'où l'on tire $\sin.\varphi'=\sin.\varphi$. On voit donc que, pour pouvoir comparer le mouvement dans l'ellipse, au mouvement dans le cercle, il faut que $\sin.\varphi'=\sin.\varphi$; c'est-à dire, que les points qui terminent l'arc de l'ellipse, soient situés du même côté par rapport au grand axe, et que d'ailleurs, ils soient pris à égale distance du sommet du petit axe. Nous remarquerons aussi que, comme tous les rayons du cercle sont égaux au demi-grand axe de l'ellipse, l'on a $r+r'=r''+r'''=2$.

(16). Soit A M B m A'B'u A, une ellipse; soit C le centre de cette ellipse; F le foyer; M, m deux points de cette ellipse également éloignés de l'extrémité B du petit axe, et situés de même côté, par rapport au grand axe. Si du centre C de l'ellipse et du rayon CA, l'on trace le cercle AM'm'A'A; que des points M, m de l'ellipse, l'on abaisse sur le grand axe des perpendiculaires qui rencontrent le cercle aux points M', m'; que du centre C l'on mène les rayons CM', cm'; et que l'on joigne les points M, m de l'ellipse, et les points correspondans M', m' du cercle, par les cordes Mm, M'm'; il est évident que les cordes Mm, M'm' seront égales. Et comme d'ailleurs les points Mm sont également éloignés de l'extrémité B du petit axe de l'ellipse, et qu'ils sont situés du même côté par rapport au grand axe, le temps employé à parcourir l'arc Mm de l'ellipse sera égal au temps employé à parcourir l'arc M'm' du cercle.

Fig. 1re.

Détermination des rayons vecteurs FM, Fm, *et des anomalies vraies* AFM, AFm *correspondans aux extrémités* M, m *de l'arc* Mm *de l'ellipse.*

(17). Soit

1 le demi-grand axe de l'ellipse, et à la fois le sinus total;

r, r' { les deux rayons vecteurs FM, Fm menés du foyer, aux extrémités M, m de l'arc de l'ellipse;

$2c$ la corde Mm; Fig. 1re.

u l'anomalie vraie AFM correspondante au rayon vecteur r;

u' l'anomalie vraie AFm correspondante au rayon vecteur r'.

L'on aura (§. 6, *équat.* (1)), (1) $(r+r')^2 - 2rr' - 2rr'$ $(\cos. u \cos. u' + \sin. u \sin. u') - 4c^2 = 0$. L'on a de plus, par la nature de l'ellipse, (2) $r = \frac{1-\varepsilon^2}{1-\varepsilon \cos. u}$; (3) $r' = \frac{1-\varepsilon^2}{1-\varepsilon \cos. u'}$; d'ailleurs, puisque généralement, si l'on compare l'ordonnée PM de l'ellipse, à l'ordonnée PM' du cercle, l'on a PM' $\sqrt{(1-\varepsilon^2)}$ = PM, que PM = $r \sin. u$, que PM' = $\sqrt{(1-c^2)}$, l'on a $r \sin. u = \sqrt{(1-\varepsilon^2)} \sqrt{(1-c^2)}$; mais (§. 7, *équat.* (11)), $r \sin. u = \sqrt{(1-\varepsilon^2)} \sin. \phi$. Donc $\sin. \phi = \sqrt{(1-c^2)}$ = cos. ang. sin. c; donc ϕ est le complément de l'angle dont le sin. $= c$.

(18). Puisque ϕ est le complément de l'angle dont le sin. $= c$, que $\sin. \phi' = \sin. \phi$, et que $\cos. \phi' = -\cos. \phi$, les équations du §. 8 donneront, $r \sin. u = \sqrt{(1-\varepsilon^2)} \sqrt{(1-c^2)}$; $r' \sin. u' = \sqrt{(1-\varepsilon^2)} \sqrt{(1-c^2)}$; $r \cos. u = c + \varepsilon$; $r' \cos. u' = -c + \varepsilon$; $r + r' = 2$. De ces équations l'on conclut $(r+r')^2 = 4$; $2rr' = 4r - 2r^2$; $rr' \cos. u \cos. u' = -c^2 + \varepsilon^2$; $rr' \sin. u \sin. u' = (1-\varepsilon^2)(1-c^2)$. Si l'on substitue ces valeurs dans l'équation (1) du §. 17, l'on aura

$$(1)\ r^2 - 2r + 1 - c^2\varepsilon^2 = 0.$$

(19). De l'équation (1) du §. précédent, l'on tire $r = 1 \pm c\varepsilon$. Si l'on substitue ces valeurs de r dans les équations (2) et (3) du §. 17, l'on aura

$$(1)\ r = 1 + c\varepsilon;\quad (2)\ \cos. u = \frac{c+\varepsilon}{1+c\varepsilon};$$

$$(3)\ r' = 1 - c\varepsilon;\quad (4)\ \cos. u' = \frac{-c+\varepsilon}{1-c\varepsilon}.$$

Au moyen de ces équations étant donnée la corde $2c$ correspondante à l'arc Mm de l'ellipse, on trouvera les

rayons vecteurs r, r'; et les anomalies vraies u, u' correspondans aux extrémités M, m de l'arc de l'ellipse.

Fig. 1re.

Détermination du temps employé à parcourir l'arc Mm *de l'ellipse.*

(20) Soit T le temps total de la révolution dans l'ellipse;

2π le rapport de la circonférence au rayon;

t le temps employé à parcourir l'arc Mm de l'ellipse;

c le sinus de l'arc $\frac{1}{2}$ M$'m'$ du cercle.

L'on a, à cause de sin. ϕ = sin. ϕ' (§. 5 *équat.* (1)) $t = \frac{T}{2\pi}(\phi' - \phi)$. Nous avons vu que ϕ' et ϕ sont deux angles dont les sinus égalent cos. angl. sin. c; donc $\phi' = 90^d +$ angl. sin. c; $\phi = 90^d -$ angl. sin. c; donc $\phi' - \phi = 90^d +$ angl. sin. $c - 90^d +$ angle sin. c = 2. angle sin. c; donc

$$(1)\ t = \frac{T}{2\pi}\ 2.\ \text{angle sin. } c.$$

Telle est l'expression du temps employé à parcourir l'arc Mm de l'ellipse.

Remarque sur l'expression du temps employé à parcourir les différens arcs de l'ellipse.

(21) Nous venons de déterminer le temps employé à parcourir l'arc Mm de l'ellipse terminé par les rayons vecteurs FM, Fm, dont nous avons supposé la somme = 2. Nous avons de plus supposé que les points terminateurs M, m étoient situés du même côté par rapport au grand axe, et que ces points étoient pris à égale distance du sommet B du petit axe. Maintenant, il est évident que si l'on ne suppose pas que les points terminateurs soient situés du même côté par rapport au grand axe, mais que l'on suppose uniquement, que la somme des rayons vecteurs est égale à 2, et

que les points terminateurs sont pris à égale distance des sommets B, B′ du petit axe, l'un d'un côté de ces sommets, et l'autre de l'autre; non-seulement ces propriétés conviennent à l'arc Mm, mais elles conviennent également à un arc $m\mu$, tel que la distance $B'\mu$ du sommet B′ du petit axe au point μ, soit égale à la distance Bm du sommet B du petit axe, au point m. Cherchons l'expression du temps employé à parcourir le nouvel arc $m\mu$. Fig. 1re.

(22). Soit c la distance perpendiculaire d'un point quelconque de l'ellipse, au petit axe. Dans le cas où les points M, m sont pris du même côté par rapport au grand axe, et à égale distance du sommet du petit axe, c est égal à la moitié de la corde qui joint les points M, m.

Les angles ϕ', ϕ sont deux angles, dont les sinus $= \pm$ cos. angle sin. c. Si donc les points M, m sont pris tous deux sur l'arc AMBA′, l'on a $\phi' = 90^d +$ angle sin. c; $\phi = 90^d -$ ang. sin. c. Si, au contraire, les points M, m sont pris sur l'arc A′B′μA, l'on a $\phi' = 270^d +$ angle sin. c', $\phi = 270^d -$ angle sin. c. Dans le premier cas, sin. ϕ' et sin. ϕ sont positifs; dans le second cas, sin. ϕ' et sin. ϕ sont négatifs.

Dans le cas de la corde $m\mu$, le point μ est pris sur l'arc A′B′μA; l'angle ϕ' a donc pour expression $270^d +$ angle sin. c, et sin. ϕ' est négatif; le point m est pris sur l'arc ABmA′; l'angle ϕ a pour expression $90^d +$ angle sin. c; et sin. ϕ est positif. Si l'on substitue ces valeurs dans l'équation (1) du §. 5, en se rappellant que sin. $\phi = -$ sin. $\phi' = \sqrt{(1 - c^2)}$, l'on aura

$$(1)\ t = \frac{T}{2\pi} \left\{ 180^d - 2\varepsilon\sqrt{(1 - c^2)} \right\};$$

telle est l'expression du temps employé à parcourir l'arc $m\mu$ de l'ellipse.

(23). Nous avons vu (§. 20) que le temps employé à par-

Fig. 1re. courir l'arc Mm de l'ellipse $= \frac{T}{2\pi}$ 2 angle sin. c; nous venons de voir que le temps employé à parcourir l'arc $m\mu =$ $\frac{T}{2\pi}\{180^d - 2\varepsilon\sqrt{(1-c^2)}\}$); donc, attendu que $\sqrt{(1-c^2)}$ $=$ cos. angle sin. c.

(1) Temps employé à parcourir l'arc Mμ
$= \frac{T}{2\pi}(180^d + 2.\text{ang. sin } c - 2\varepsilon \text{ cos. ang. sin. } c.)$

Expression des anomalies moyennes des points M, *m*.

24. Nous venons de voir que le temps employé à parcourir l'arc Mμ de l'ellipse $= \frac{T}{2\pi}$ (180^d + 2. angle sin. c $- 2\varepsilon$ cos. angle sin. c); mais le temps employé à parcourir l'arc Mμ + le temps employé à parcourir l'arc μM = temps total de la révolution $= \frac{T}{2\pi}$. 360^d. De plus, le temps employé à parcourir l'arc μM $= \frac{T}{2\pi}$ 2. anomalie moyenne du point M; donc $\frac{T}{2\pi}$ (180^d + 2 angle sin. $c - 2\varepsilon$ cos. angle sin. c + 2 anomalie moyenne du point M) $= \frac{T}{2\pi}$ 360^d. Donc en divisant l'équation par $\frac{2T}{2\pi}$;

(1) Anomalie moyenne du point M $= 90^d -$ arc sin. $c + \varepsilon$ cos. arc sin. c.

Et comme l'anomalie moyenne du point $m =$ l'anomalie moyenne du point M + l'arc qui exprime le tems employé à parcourir l'arc Mm de l'ellipse; et que ce dernier arc (§. 20) = 2 arc sin. c; l'on a :

(2) Anomalie moyenne du point $m = 90^d +$ arc sin. $c + \varepsilon$ cos. arc sin.

(25.) Il est évident que c est le sinus de la demi-différence des anomalies moyennes des points M, m; l'on a

donc angle sin. $c = \frac{1}{2}$ différence des anomalies moyennes des points M, m; cos. angle sin. $c =$ cos. $\frac{1}{2}$ différence des anomalies M, m. Les équations (1) et 2 du § 24 deviendront donc

(1) Anom. moy. du point M $= 90^d - \frac{1}{2}$ diff. anom. moy. des points M, $m + \varepsilon$ cos. $\frac{1}{2}$ dif. an. moy. M, m. Fig. 1re.

(2) Anomalie moyenne du point $m = 90^d + \frac{1}{2}$ diff. anom. moy. des points M, $m + \varepsilon$ cos. $\frac{1}{2}$ diff. an. moy. M, m.

Les équations $r = 1 + c\varepsilon$; $r' = 1 - c\varepsilon$; cos. $u = \frac{c + \varepsilon}{1 + c\varepsilon} = \frac{c + \varepsilon}{r}$; cos. $u' = \frac{-c + \varepsilon}{1 - c\varepsilon} = \frac{-c + \varepsilon}{r'}$ du §. 19, pourront être mises sous la forme suivante.

(3) Distance du point M au foyer $= 1 + \varepsilon$ sin. $\frac{1}{2}$ diff. anom. moy. des points M, m;

(4) Distance du point m au foyer $= 1 - \varepsilon$ sin. $\frac{1}{2}$ diff. anom. moy. des points M, m;

(5) cos. anom. vraie du point M $= \frac{\text{sin. } (\frac{1}{2} \text{ dif. anom. moy. des points M}, m) + \varepsilon}{\text{distance du point M du foyer.}}$;

(6) cos. anom. vraie du point $m = \frac{-(\text{sin. } \frac{1}{2} \text{ dif. an. moy. des points M}, m) + \varepsilon}{\text{distance du point } m \text{ au foyer.}}$.

(26) Des équations (5) et (6) du §. précédent, l'on tire

Distance^2 du point M au foyer (1 — sin.^{2} an. vr. du point M) $=$ (sin. ($\frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, m) $+ \varepsilon)^2$;

Distance^2 du point m au foyer (1 — sin.^{2} an. vr. du point m) $=$ (sin. ($\frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, m) $- \varepsilon)^2$.

Mais (équat. (3) et (4) du §. 25), distance du point M au foyer $= 1 + \varepsilon$ sin. $\frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, m; distance du point m au foyer $= 1 - \varepsilon$ sin. $\frac{1}{2}$ diff. anomalie moyenne des points M, m. Donc

$$(1)\ \text{sin. anom. vraie du point M} = \frac{\sqrt{(1-e^2)}\ \text{cos.}\ \tfrac{1}{2}\ \text{diff. ano. moy. des points M},\ m}{\text{distance du point M au foyer.}};$$

$$(2)\ \text{sin. anom. vraie du point}\ m = \frac{\sqrt{(1-e^2)}\ \text{cos.}\ \tfrac{1}{2}\ \text{diff. ano. moy. des points M},\ m}{\text{distance du point}\ m\ \text{au foyer.}}.$$

Fig. 1re. Ces expressions sont plus simples que celles des équations (5) et (6) du §. 25.

(27) Au moyen des équations précédentes, il seroit facile de former des tables des distances des planètes et des anomalies vraies, correspondantes aux anomalies moyennes. Au moyen des équations (1) et (2) du §. 25, on calculeroit d'abord, une table des anomalies moyennes des différens points M, *m* correspondantes aux différences des anomalies moyennes de ces points ; et l'on épuiseroit ces différences, en les prenant depuis 0^d jusqu'à 180^d. L'on calculeroit ensuite les distances des points M, *m* au foyer, au moyen des équations (3) et (4) du §. 25. Puis ensuite, les anomalies vraies, au moyen des équations (2) et (3) du §. 26.

(28). Pour donner un exemple du calcul, disposons nos formules, comme si nous nous proposions de former des tables du Soleil ; nous aurons dans ce cas,

(1) Anom. moy. du point M $= 90^d - \frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, *m* $+ 57' 43''$ cos. $\frac{1}{2}$ dif. an. moy. des points M, *m*;

(2) Anom. moy. du point *m* $= 90^d + \frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, *m* $+ 57' 43''$ cos. $\frac{1}{2}$ dif. an. moy. des points M, *m*;

(3) Distance du point M au foyer $= 1 + 0{,}01679$ sin. $\frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, *m*;

(4) Distance du point *m* au foyer $= 1 - 0{,}01679$ sin. $\frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, *m*.

Fig. 1re.

(5) Sin. an. vraie du point M = $\frac{0{,}99986 \text{ cos. } \frac{1}{2} \text{ diff. an. moy. des points } M', m}{\text{distance du point M au foyer}}$.

(6) Sin. an. vraie du point m = $\frac{0{,}99986 \text{ cos. } \frac{1}{2} \text{ diff. an. moy. des points } M', m}{\text{distance du point } m \text{ au foyer}}$.

L'on a d'ailleurs log. 57′ 53″ = 3.5394757; log. 0,01579 = 8.2250507; log. 0,99986 = 9.9999388.

(29). Appliquons le calcul à une différence d'anomalies moyennes de 60^d.

Puisque la différence des anomalies moyennes est de 60^d, la demi-différence est de 30^d; l'on a donc sin. $\frac{1}{2}$ diff. = sin 30^d; cos. $\frac{1}{2}$ dif. = cos. 30^d; log. sin. $\frac{1}{2}$ dif. = 9 6989700; log cos. $\frac{1}{2}$ diff. = 9.9375306.

Type du calcul.

57′ 43″ cos. $\frac{1}{2}$ diff.	0,01679 sin. $\frac{1}{2}$ diff.	0,99986 cos. $\frac{1}{2}$ diff.
3.5394757... log. 57′ 43″	8.2250507... log. 0,01679	9.9999388... log. 0,99986
9.9375305... cos. $\frac{1}{2}$ diff.	9.6989700... log. sin. $\frac{1}{2}$ diff.	9.9375305... log cos. $\frac{1}{2}$ diff.
3.4770062... log. 49′ 59″	7.9240207... log. 0,00839	9.9374693... log. 0.86590

An. moy. du point M = $90^d - 30^d + 49' 59'' = 60^d 49' 59''$.

An. moy. du point m = $90^d + 30^d + 49' 59'' = 120^d 49' 59''$.

Distance du point M au foyer = 1 + 0,00839 = 1,00839;

Distance du point m au foyer = 1 − 0,00839 = 0,99161.

Sin. anomalie vraie du point M.	Sin. anomalie vraie du point m.
19.9374693 .... log. 0,99986 cos. $\frac{1}{2}$ diff.	19 9374693 ... log. 0,99986 cos. $\frac{1}{2}$ diff.
− 10.0036285 .... log. dist.	− 9.9963409 ... log. dist
9.9338408 .... log. sin. anom. vraie.	9 9411284 ... log. sin. anom. vraie.
Anomalie vraie du point M = 59^d 10′ 14″.	Anomalie vraie du point m = 119^d 9′ 50″.

Fig. 1re. *Qu'il existe une relation finie entre la différence des anomalies vraies des points M, m, et la différence de leurs anomalies moyennes.*

(30). Nous avons vu (§. 6, équat. (1)), que l'on a $4c^2-(r+r')^2+2rr'(1+\cos.(u'-u))=0$; ou, ce qui revient au même, attendu que $1+\cos.(u'-u)=2\cos.^2\frac{1}{2}(u'-u)$;

$4c^2-(r+r')^2+4rr'\cos.^2\frac{1}{2}(u'-u)=0$. Dans le cas que nous venons de considérer, l'on a $r+r'=2$; $rr'=1-\varepsilon^2c^2$; si l'on substitue ces valeurs, l'on aura

$$(1)\ 1-c^2-(1-c^2\varepsilon^2)\cos.^2\tfrac{1}{2}(u'-u)=0.$$

Mais $c=\sin.\ \frac{1}{2}$ diff. an. moy. des points M, m; donc

$$(2)\ \cos.^2\tfrac{1}{2}\text{ diff. anomal. vraies des points M, } m=$$

$$\frac{\cos.^2\frac{1}{2}\text{ différence des anomalies moyennes}}{1-\varepsilon^2\sin.^2\frac{1}{2}\text{ différ. des anomalies moyennes}}.$$

Cette relation est une espèce d'équation à l'orbite.

Application des principes précédens à la quadrature de l'ellipse.

(31). Nous remarquerons que l'angle $u'-u$ est l'angle intercepté entre les rayons vecteurs FM, Fm de l'ellipse; et que la différence des anomalies moyennes est représentée par la surface FMBmF de la même ellipse. L'on a donc dans l'ellipse une relation finie entre l'angle des deux rayons FM, Fm, et la surface interceptée entre ces deux rayons vecteurs; pourvu toutefois que les points M, m qui terminent l'arc, soient pris à égale distance du sommet du petit axe, et qu'ils soient situés tous les deux du même côté par rapport au grand axe.

OBSERVATION.

OBSERVATION
DU PASSAGE DE MERCURE SUR LE DISQUE DU SOLEIL, LE 5 NOVEMBRE 1789, FAITE A L'OBSERVATOIRE DE LA MARINE.

Par CHARLES MESSIER.

Ce passage étoit calculé et annoncé dans la *Connoissance des Temps;* savoir, l'entrée du centre de Mercure au bord du Soleil pour une heure 18′, le milieu du passage $3^h\ 43'$, la distance des centres $7'\ 22''$, et la sortie à $6^h\ 10'$; mais le Soleil se couchoit à Paris à $4^h\ 17'$.

La nuit du 4 au 5 de novembre, le ciel fut couvert avec une pluie continuelle; il y eut un peu de Soleil pendant la matinée du 5, très-peu à midi; l'après-midi, le ciel fut plus ou moins couvert. A l'approche de l'entrée de Mercure, un nuage épais déroboit le Soleil: au moment qu'il parut, je vis Mercure qui étoit entré; son second bord touchoit encore celui du Soleil à une heure $18'\ 47''$, temps vrai; $9''$ après je commençai à voir un filet de lumière très-délié entre les deux disques.

J'ai employé à cette observation une grande lunette acromatique de 40 lignes d'ouverture, 3 pieds $\frac{1}{2}$ de foyer, garnie de son micromètre à fils, et montée sur sa machine parallactique; l'instrument placé dans le plan du méridien, et le fil du micromètre réglé sur le mouvement apparent

du Soleil. Je profitai des intervalles que laissoient entr'eux les nuages, pour déterminer la position de Mercure ; je pris des différences de passages entre le centre de Mercure et le second bord du Soleil au fil horaire du micromètre, et en même-temps les différences de déclinaisons entre la planète et le bord inférieur du Soleil (dans la lunette qui renversoit). Voici la table de ces observations, faites à la pendule qui étoit réglée sur le mouvement des fixes ; sa marche étoit connue par des midis observés à un instrument des passages solidement placé dans le plan du méridien.

TABLE DES POSITIONS DE MERCURE SUR LE SOLEIL.

	Détails des Observations.	Temps vrai des passages de Mercure.	Temps des passages à la pendule.	Différence de passage à la pendule.	Différence en minute de degré.	Différence en déclinais.
		H. M. S.	H. M. S.	M. S.	M. S.	M. S.
	Second bord de ☿ au bord du ⊙.	1. 18. 47	15. 53. 25			
	Filet de lumière entre ☿ et le ⊙..	1. 18. 56	15. 53. 34			
1	☿ cent. inf. au bord supér. du ⊙.	1. 19. $56\frac{3}{4}$	15. 54. 35	....	....	28. 55
2	☿ au fil horaire............	1. 27. $20\frac{1}{4}$	16. 2. 0			
	2e bord du ⊙ au même fil.	....	16. 2. 30	0. 30	7. 30	28. 35
3	☿ au fil horaire............	1. 31. $54\frac{3}{4}$	16. 6. 35			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	16. 7. 7	0. 32	8. 0	28. 23
4	☿ au fil horaire............	1. 39. $41\frac{3}{4}$	16. 14. 23			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	16. 14. 58	0. 35	8. 15	28. 0
5	☿ au fil horaire............	1. 47. 18	16. 22. $0\frac{2}{3}$			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	16. 22. $38\frac{1}{2}$	0. 38	9. 30	27. 42
6	☿ au fil horaire............	1. 55. $19\frac{1}{4}$	16. 30. 3			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	16. 30. 44	0. 41	10. 15	27. 18
	1er bord du ⊙ au fil horaire......	1. 58. $9\frac{1}{4}$	16. 32. 54			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	16. 35. 10	2. 16		
7	☿ au fil horaire............	2. 5. $55\frac{3}{4}$	16. 40. $41\frac{1}{2}$			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	16. 41. $26\frac{1}{2}$	0. 45	11. 15	26. 54
8	☿ au fil horaire............	2. 15. $15\frac{1}{4}$	16. 50. $2\frac{1}{2}$			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	13. 50. $50\frac{1}{2}$	0. 48	12. 0	26. 37
9	☿ au fil horaire............	2. 25. $11\frac{1}{4}$	17. 0. 0			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 0. 52	0. 52	13. 0	26. 0
10	☿ an fil horaire............	2. 35. $37\frac{1}{2}$	17. 10. 28			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 11. 24	0. 56	14. 0	25. 35
11	☿ au fil horaire............	2. 45. 11	17. 20. 3			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 21. 2	0. 59	14. 45	25. 8
12	☿ au fil horaire............	2. 49. $2\frac{3}{4}$	17. 23. $55\frac{1}{2}$			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 24. $56\frac{1}{2}$	1. 1	15. 15	25. 0
13	☿ au fil horaire............	2. 57. 36	17. 32. 30			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 33. 34	1. 4	16. 0	24. 37
	1er bord du ⊙ au fil horaire......	3. 0. $54\frac{1}{4}$	17. 35. 49			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 38. 5	2. 16		
14	☿ au fil horaire............	3. 11. $6\frac{3}{4}$	17. 46. 3			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 47. 12	1. 9	17. 15	24. 0
15	☿ au fil horaire............	3. 22. 0	17. 57. 53			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	17. 58. 11	1. 15	18. 15	23. 32
16	☿ au fil horaire............	3. 30. $4\frac{1}{2}$	18. 5. 4			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	18. 6. 20	1. 16	19. 0	23. 10
17	☿ au fil horaire............	3. 41. $26\frac{1}{4}$	18. 16. $27\frac{1}{2}$			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	18. 17. $48\frac{1}{2}$	1. 21	20. 15	22. 58
18	☿ au fil horaire............	3. 54. $12\frac{3}{4}$	18. 29. 16			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	18. 30. 42	1. 26	21. 30	22. 0
19	☿ au fil horaire............	4. 17. $8\frac{1}{4}$	18. 51. 16			
	2e bord du ⊙ au même fil.......	....	18. 53. 50	1. 34	23. 30	21. 0

Nota. Cette dernière observation, n.° 19, peut être douteuse, ayant été obligé de déplacer la lunette pour en faire l'observation.

Les précédentes observations donnent le milieu du passage à . . . . 3h. 44′. 8″ temps vrai.

Et la plus courte distance des centres . 7′. 13″ de degré.

Mercure sur le Soleil, je comparai son diamètre apparent à l'épaisseur d'un des fils du micromètre; le diamètre de ce fil mesuré ensuite, a donné pour celui de Mercure 9″ ½.

Les disques du Soleil et de Mercure étoient parfaitement terminés pendant la durée des observations; Mercure étoit rond et d'une couleur brune très-foncée tirant sur le noir, sans aucune apparence de nébulosité.

Avant l'entrée de Mercure, j'avois vu sur le disque du Soleil un grand nombre de taches; j'en déterminai les positions depuis midi ½ jusqu'à une heure, au moyen du micromètre adapté à la lunette. Voici la table de leurs positions.

DÉTAIL DES OBSERVATIONS DES TACHES.	Différ. de passage en temps.		Différ. en minutes de dégré.		Différence en décli-naison.	
	M.	S.	M.	S.	M.	S.
Différ. de passage entre le 1er bord du ☉ et la tache n°. 1.	0.	12	3.	0	9.	22
Differ. de même, avec la tache du n°. 2.	0.	24	6.	0	6.	59
Differ. de même, avec la tache n°. 3.	0.	27	6.	45	6.	59
Differ. de même, avec le milieu des taches n°. 4.	0.	31	7.	45	16.	41
Differ. de même, avec le milieu de l'amas des taches n°. 5.	1.	0	15.	0	16.	22
Differ. de même, avec la tache n°. 6.	1.	13	18.	15	17.	33
Differ. de même, avec le milieu des taches n°. 7.	1.	17½	19.	22	15.	35½
Differ. de même, avec le milieu des taches n°. 8.	1.	25	21.	15	13.	37
Differ. de même, avec le milieu des taches n°. 9.	1.	29	22.	15	15.	34½
Differ. de même, aves la taches n°. 10.	1.	29	22.	15	17.	59
Differ. de même, avec la tache n°. 11.	2.	7	31.	45	21.	9
Differ. avec la tache n°. 12.	2.	10	32.	30	21.	9
Diamètre du Soleil au fil horaire.	2.	16	34.	0	32.	18

La dernière colonne de cette table représente les différences en déclinaison entre les taches et le bord supérieur du Soleil.

La planche qui suit représente la route apparente qui a été observée de Mercure sur le disque du Soleil, ainsi que les positions des taches que j'ai déterminées; leurs positions seront aisées à reconnoître par les numéros que j'ai rapportés, qui sont les mêmes de la table ci-dessus.

MÉMOIRE

CONTENANT

1°. *Les observations des quatre époques des disparitions et réapparitions des anses de l'anneau de Saturne, en* 1789 *et* 1790.

2°. *Observations de plusieurs points de lumière, vus fréquemment sur les anses de l'anneau, et l'ombre de l'anneau projettée sur le disque de Saturne.*

3°. *Observations de trois oppositions de Saturne au soleil, en* 1788, 1789 *et* 1790, *pour bien constater le lieu de cette planète.*

4°. *Une carte de la route apparente de Saturne, qui représente les quatre observations des disparitions et réapparitions des anses de l'anneau. — Ces observations faites à Paris à l'observatoire de la Marine.*

PAR CHARLES MESSIER.

CES observations étoient annoncées et calculées par M. du Séjour (*Essai sur les phénomènes relatifs aux disparitions périodiques de l'anneau de Saturne.*)

La première disparition de l'anneau pour le . 5 mai 1789.
La première réapparition pour le . . . . . . 24 août.
La seconde disparition pour le . . . . 15 octobre.
La seconde réapparition pour le . . . . 30 janv. 1790.

Première disparition de l'anneau annoncée pour le 5 mai.

Dès le 15 avril 1789, je m'occupai à examiner Saturne avec deux lunettes acromatiques de 3 pieds ½ de foyer, à grande ouverture. Le ciel étoit assez beau le 15 : je vis Saturne dans un assez grand crépuscule, et je reconnus que l'anneau paroissoit encore.

Le 21 je vis encore l'anneau.

Le ciel se couvrit ensuite les matins jusqu'au 5 mai; ce jour il se découvrit. Il devint parfaitement beau l'après-midi, et continua la nuit du 5 au 6. Le 6, depuis 3 heures jusqu'à 4 heures ½ du matin, j'examinai Saturne avec les deux lunettes acromatiques, et il ne fut pas possible d'appercevoir aucune trace de l'anneau.

Le 7 au matin, à la même heure que le 6, par un ciel également beau, j'examinai encore Saturne avec les mêmes lunettes et différens grossissemens ; il en fut de même que le soir précédent, je ne vis aucune trace des anses de l'anneau. Les vapeurs de l'horizon dans lequel Saturne étoit plongé, et le grand crépuscule qui regnoit lors de mes recherches, effacerent peut-être ce qui auroit pu paroître des anses de l'anneau.

Première réapparition des anses, annoncée pour le 24 août.

Le ciel fut très-favorable à cette observation, car on pouvoit observer Saturne à toutes les heures de la nuit.

Pour cette observation, j'avois emprunté de MM. Aumont une grande lunette acromatique, construite par eux, de 9 pieds de foyer, à triple objectif, avec 5 pouces 9 lignes d'ouverture. Ayant reconnu que cette ouverture étoit trop grande, je la réduisis à 5 pouces, au moyen d'un diaphragme; cette grande lunette portoit différens grossissemens : savoir, 90, 105, 138, et 184. J'employai aussi à cette observation

une excellente lunette de 3 pieds ½ de foyer, à grande ouverture. cette lunette appartient à M. B*** de S***, et m'avoit déja servi à l'observation du même phénomène, en 1774.

Dès le 16 août j'examinai Saturne avec ces deux lunettes, par un beau ciel et souvent très pur; ce ne fut que la nuit du 28 au 29, qui fut très belle, le ciel très-pur, que je commençai à voir l'anneau avec les deux lunettes, c'est-à-dire une anse seulement, l'anse orientale (ou occidentale dans les lunettes, qui renversoient), à la lunette de 9 pieds avec les grossissemens de 103 et de 138. Cette anse paroissoit sous la forme d'un trait de lumière, très-délié, un peu détaché du globe de Saturne, et si foible que de temps à autre il disparoissoit: il ne fut pas possible d'appercevoir aucune trace de la seconde anse. Ces observations durèrent depuis minuit jusqu'à une heure du matin, et depuis 3 heures jusqu'à 4, avec la lunette de trois pieds ½, et un grossissement de 140, je vis comme avec la grande lunette, la même anse; mais avec plus de difficulté.

La nuit du 29 au 30 août ne fut pas aussi belle que les précédentes, le ciel avoit été couvert une partie de la journée. Le 29, vers les 10 heures du soir, Saturne parut assez clair et assez bien terminé pour laisser appercevoir les deux anses de l'anneau à la lunette de 9 pieds; l'anse orientale, que j'avois commencé à voir la nuit précédente, paroissoit avec plus de lumière que l'anse occidentale; elle étoit aussi plus longue. A la lunette de 3 pieds ½ on éprouvoit plus de difficulté à les appercevoir : passé minuit, le ciel se couvrit.

La journée du 30 fut orageuse; dans la matinée le tonnere se fit entendre, et il tomba beaucoup de pluie; entre 3 et 4^h de l'après-midi, il tomba encore une grande pluie d'orage, mêlée d'un peu de grêle. A 10 heures le ciel commença à s'éclaircir; trois quarts-d'heure après il devint très-beau et très-pur dans la partie du ciel où se trouvoit Saturne, je l'examinai pendant une heure avec la lunette de 9 pieds, et avec différens grossissemens; je remarquai que les anses de

de l'anneau étoient augmentés en lumière, que l'anse occidentale dans la lunette, présentoit plus de lumière, qu'elle avoit un peu plus d'étendue que l'autre. Je commençai ce soir à voir sur les anses des points lumineux inégaux, qui étoient sensibles et blanchâtres; l'anse occidentale dans la lunette en présentoit une plus grande quantité que l'autre. J'avois déja observé ces points de lumière en 1774, où le même phénomène eut lieu (1).

Le 31 août, le ciel fut serein le soir, mais pas aussi beau et aussi pur que la veille. J'examinai Saturne avec la même lunette de 9 pieds, depuis 10 heures jusqu'à onze heures; je vis encore les anses et les points de lumière, mais avec plus de difficulté que le jour précédent.

Seconde disparition de l'anneau, annoncée pour le 15 octobre.

Le ciel fut couvert les premiers jours du mois d'octobre, ce ne fut que le 10 qu'il commença à se découvrir; à 10 heures du soir il étoit devenu assez beau : Saturne, aux environs du méridien, étoit clair et assez bien terminé; je l'observai pendant une demi-heure, avec la lunette de trois pieds et demi. Je vis encore l'anse occidentale de l'anneau dans la lunette qui renversoit, et ce ne fut pas sans peine : je la perdois de temps à autre.

Le ciel, qui s'étoit couvert pendant la nuit du 10 au 11, le fut encore la journée du 11, avec un peu de pluie; vers les 5 heures du soir, il commença à s'éclaircir. A 8 heures il étoit devenu très-beau, et Saturne déja assez élevé au-dessus de l'horizon. Je l'observai jusqu'à 9 heures avec la lunette de 9 pieds, et avec une autre lunette acromatique de 16 pieds, à deux verres pour l'objectif, qui portoit sept

(1) Voyez nos Mémoires, années 1774, page 49, et les Mémoires de l'Académie de Berlin, tome XXXII, page 312, et planche XVIII.

pouces d'ouverture, que j'avois réduite à cinq, pour obtenir plus de netteté, et je pouvois la faire grossir au moyen de différens oculaires, 180, 203, et 300 fois: cette grande lunette appartenoit également à MM. Aumont, qui l'avoient construite et montée dans un tuyau très-léger et très-solide. Je trouvai sur Saturne que le grossissement de 300 fois rendoit la planète confuse, mal terminée et trop sombre; les deux autres grossissemens donnoient plus de lumière, et Saturne étoit plus tranché. Comme j'avois placé ces deux grands instrumens à côté l'un de l'autre, il m'étoit aisé d'en faire la comparaison, et je reconnus que la lunette de 9 pieds essayée sur Saturne étoit plus satisfaisante que la grande; je ne pus rien appercevoir des anses de l'anneau, et je présumai qu'elles avoient cessé de paroître le 10 ou le 11 octobre.

Le 12 il tomba de la pluie depuis huit heures du matin jusqu'à une heure de l'après-midi, sans interruption; ce qui nétoya le ciel, de manière qu'il devint beau et pur le soir; j'examinai derechef Saturne avec les deux grandes lunettes et différens grossissemens, je ne vis rien de l'anneau, les anses étoient surement disparues.

Seconde réapparition de l'anneau, annoncée pour le 30 janvier 1790.

Le 29 janvier depuis six heures jusqu'à six heures trois quarts, j'examinai Saturne avec la lunette de 3 pieds ½, et différens grossissemens; la planète étoit terminée, je vis l'anse occidentale (la lunette renversoit) qui paroissoit, mais d'une lumière extrêmement foible; je soupçonnai aussi une apparence de la seconde, beaucoup plus foible: le ciel étoit beau; mais la grande lumière de la lune, qui étoit près de son plein, nuisoit un peu à ces observations. Le mauvais temps qui survint ensuite empêcha de revoir Saturne; ce ne fut que le 9 février que le ciel devint parfai-

tement beau le soir; je vis dans un grand crépuscule, avec la même lunette de 3 pieds ½, Saturne et les deux anses, augmentées en lumière, sans y voir encore l'anneau ouvert; c'étoit deux traits de lumière, qui contenoient, comme je l'ai déja rapporté, de petits points lumineux. L'anneau de Saturne ne disparoîtra plus qu'en 1808.

Je vais rendre compte d'une suite d'observations faites sur les anses de l'anneau de Saturne, sur l'ombre de l'anneau projetée sur le disque de la planète, et sur des points de lumières que j'ai remarqué sur les anses depuis le 24 août jusqu'au 15 octobre 1789. Ces observations ont été faites avec les différentes lunettes acromatiques que j'ai citées dans ce Mémoire, et avec leurs différens grossissemens.

Avec ces différentes lunettes, je n'ai jamais pu voir, par un ciel parfaitement beau, et souvent pur, l'ombre terminée de l'anneau, projetée sur le disque de la planète. Cette ombre m'a toujours paru confuse, mal terminée, et très-foible, ignorant souvent sa direction et son existence. En 1774, lors des disparitions et réapparitions des anses de l'anneau, cette ombre, alors projetée sur le globe de Saturne, se voyoit très-bien, et assez bien terminée, comme je l'ai rapporté dans mon Mémoire, qui est imprimé dans le tome XXXII de l'Académie de Berlin.

La nuit du 24 au 25 août 1789, le ciel fut très-beau; j'examinai Saturne avec les différentes lunettes, depuis dix heures du soir jusqu'à minuit; Saturne étoit rond.

Beau temps la nuit du 25 au 26; j'examinai Saturne jusqu'à une heure ½. L'ombre de l'anneau sur le disque de Saturne, ne pouvoit se voir qu'avec beaucoup de difficulté.

La nuit du 26 au 27, le ciel assez beau, je vis Saturne avec les lunettes, depuis 10 heures jusqu'à minuit; on ne voyoit aucune trace des anses de l'anneau: il en fut de même entre 3 et 4 heures du matin.

La nuit du 28 au 29 août, je vis Saturne avec la lunette de 9 pieds, depuis minuit jusqu'à une heure: le ciel étoit

très-beau, et je commençai à appercevoir une des anses de l'anneau, comme je l'ai rapporté. L'ombre de l'anneau, projetée sur le globe de Saturne, ne pouvoit se voir qu'avec une grande difficulté.

La nuit du 30 au 31. Le 30 à sept heures du matin, orage, tonnere et pluie; à 3 heures $\frac{1}{2}$ de l'après-midi, beaucoup de pluie mêlée d'un peu de grêle; vers les 10 heures le ciel commença à se découvrir : depuis 10 heures $\frac{3}{4}$ jusqu'à 11 $\frac{1}{2}$, la partie du ciel où se trouvoit Saturne étoit très-pure. J'examinai la planète avec la grande lunette et différens grossissemens, je reconnus que les anses de l'anneau avoient augmenté, que l'anse occidentale (dans la lunette) avoit plus de lumière et plus d'étendue que l'autre; je commençai à appercevoir sur cette anse des points lumineux, plus ou moins sensibles. Un de ces points, à l'extrémité de l'anse, étoit très-visible; l'autre anse avoit moins de lumière, moins d'étendue, contenoit aussi des points lumineux; mais moins apparens : les deux anses paroissoient détachées du globe de Saturne. L'ombre de l'anneau, projetée sur le disque de Saturne, ne pouvoit se voir que confusément.

Le 31 j'examinai Saturne depuis 10 heures $\frac{1}{2}$ du soir jusqu'à 11 heures; le ciel étoit beau et sans nuages; mais l'air étoit rempli de vapeurs, et Saturne étoit mal terminé : j'avois de la peine à voir les anses de l'anneau, ainsi que les points de lumières.

Le 2 septembre, à 10 heures du soir, Saturne paroissoit dans un éclairci où le ciel étoit pur; je vis les anses de l'anneau augmentées de lumière, avec des points lumineux.

Le 4, entre onze heures et minuit, le ciel fut assez beau; mais la lune étoit près de Saturne. J'examinai la planète avec deux lunettes et différens grossissemens; je reconnus, comme les jours précédens, que l'anse occidentale avoit toujours un peu plus de lumière que l'autre; je remarquai aussi les mêmes points lumineux : l'anse la plus apparente paroissoit en contenir davantage. Je comparai le centre de

Saturne à des étoiles, pour son opposition au Soleil, annoncée dans la *Connoissance des Temps* pour le 11 de ce mois 20 heures.

Le 7 septembre, beau temps; mais la lune répandoit une grande lumière. A onze heures du soir j'examinai Saturne avec les deux lunettes et différens grossissemens : les deux anses paroissoient avec plus de lumière, et toujours avec des points lumineux.

Le 8, par un beau temps, mais par un grand clair de lune, je vis Saturne entre 10 et 11 heures, avec les deux lunettes : les anses étoient encore augmentées en lumière, avec les mêmes apparences de points lumineux.

Le 9, beau temps le soir; mais la lune répandoit une grande lumière. Je vis Saturne depuis 10 heures jusqu'à 11 heures; la lumière des anses avoit encore augmenté : elles contenoient, comme précédemment, des points brillans. Je comparai ce soir une étoile au centre de Saturne.

Le 10, beau temps; mais la lune étoit sur l'horizon. Je vis Saturne depuis 10 heures jusqu'à 11 heures avec les deux lunettes. Les anses parurent encore augmentées en lumière, avec des points lumineux, et je comparai une étoile au centre de Saturne.

Le 16, il y eut des nuages le soir; Saturne se voyoit mal, ainsi que les anses.

Le 19, après une pluie qui dura l'après-midi, vers les 8 heures, le ciel commença à s'éclaircir, devint très-beau et pur entre 10 et 11 heures; j'examinai Saturne avec la lunette de 9 pieds. Il parut que les anses avoient encore un peu augmenté en lumière, et contenoient des points lumineux : l'ombre de l'anneau, projetée sur le globe de Saturne, étoit très-confuse.

Le 21, il tomba de la pluie tout l'après-midi; le ciel s'éclaircit le soir, et je vis Saturne depuis 10 heures jusqu'à 11 heures, avec la lunette de 9 pieds et ses différens grossissemens. Les anses paroissoient distinctement (sans que

l'anneau fût ouvert) avec des points de lumière, l'ombre de l'anneau projetée sur le disque fut difficile à appercevoir.

Après quelques jours d'absence, je revins le 6 octobre, pour observer la seconde disparition de l'anneau, qui étoit annoncée pour le 15.

Le 9 octobre au soir, le ciel fut couvert; il tomba de la pluie toute la nuit du 9 au 10.

Le 10, le ciel, qui avoit été couvert toute la journée, devint très-beau vers les 10 heures du soir; Saturne étoit alors près du méridien. Je l'examinai pendant une demi-heure, avec la lunette de 3 pieds ½, que j'avois fait grossir 140 fois. Je vis encore l'anse occidentale (la lunette renversoit); mais avec beaucoup de peine et de difficulté : je la perdois de vue de temps à autre. L'ombre de l'anneau, projetée sur le disque de la planète, étoit aussi très-difficile à appercevoir : après ces observations, le ciel se couvrit.

Le 11, vers les 8 heures, je vis Saturne déja élevé au-dessus de l'horizon, et je l'observai jusqu'à 9 heures, avec la lunette de 9 pieds et avec celle de 16. Je reconnus qu'avec les forts grossissemens de 280 et 300 fois, Saturne étoit confus, mal terminé et diminuoit trop de lumière. J'employai ceux de 120 et 150 : malgré les effets de ces deux grandes lunettes, je ne vis plus aucune trace des anses.

Le 12, par un beau ciel, j'examinai encore Saturne depuis 8 heures jusqu'à 9, le temps étoit plus beau que la veille; les deux grandes lunettes, dirigées sur Saturne, ne me firent voir la planète que ronde, sans aucune apparence d'anneau. Ces observations sont les dernières que j'ai faites avec ces deux grandes lunettes sur les anses de l'anneau et sur son ombre projettée sur le disque de la planète.

Je joins à ce Mémoire une carte qui représente les positions de Saturne. Dans le cadre supérieur, la planète y est représentée comme elle a été observée chaque jour, avec les anses, sans anses, les satellites (ou étoiles télescopiques),

que j'ai remarqués chaque jour d'observations, et leur ai donné les distances estimées dans la direction des anses de l'anneau, où ils se sont trouvées du centre de Saturne : ces configurations s'y voyent renversées, comme les lunettes les ont données.

Le second cadre de la planche représente la route apparente qu'à tenue Saturne depuis le premier mai 1789 jusqu'au premier février 1790 ; intervalle qui renferme les observations importantes des disparitions et réapparitions de l'anneau : elles y sont indiquées par les cercles que j'ai laissés en blanc.

OBSERVATIONS DES OPPOSITIONS DE SATURNE, EN 1788, 1789, ET 1790.

Table qui contient les observations des lieux du centre de Saturne pour son opposition au Soleil, annoncée pour le 30 août 1788.

Nota. Avant le 30 août, le ciel avoit été constamment couvert, et sur-tout les soirs, ce qui avoit empêché d'observer Saturne; et les observations ci-dessous n'ont pu avoir lieu qu'après l'opposition, le ciel encore souvent couvert.

1788.	TEMPS VRAI.	Ascension droite de ♄	Déclinais. australe.	Différence en ascens. droite avec les étoiles.	Differ. en déclin.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	Le centre de Saturne comparé à ces étoiles.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Sept. 1	10.19.42	339.47. 7	10.40.52	—0.34. [illegible]	+ 1.30	8.9	1	Nouvelles déterm.
		339.47. 8	10.40.56	—2.44.3[illegible]	+ 0.25	8	2	
3		339.37.57	10.44.45	—7. 6.10	+24.48	5	ψ^2	du Verseau.
		339.37.48	10.44.46	—7.22. 3	— 0.53	5	ψ^3	
	13.41.46	339.37.50	10.44.45	—5.51.55	+ 1.57	7	3	Nouvelles.
		339.38. 1	10.44.47	—6.17.18	— 5. 9	7	4	
	14.28.12	339.37.53	10.45. 6	—5.51.52	— 2.18	7	3	
4	9.56.24 $\frac{2}{3}$	339.34.23	10.42.48	—5.55.22	+ 3.20	7	3	Nouv. ci-dessus.
7	8.15.23	339.21.44	10.51.19	—7.38. 7	+ 5.35	5	ψ^2	du Verseau.
		339.21.30	10.51.20	—6. 8.15	+ 8.32	7	3	Nouv. ci-dessus.
		339.21.17	10.51.10	—6.33.52	+ 1.19	7	4	

Positions des étoiles, réduites au 30 août 1788, qui ont été employées à la détermination du lieu du centre de Jupiter.

Ascension droite.	Déclinais. australe.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	NOMS DES ETOILES COMPARÉES AU CENTRE DE SATURNE.
D. M. S.	D. M. S.			
340.21.14	10.39.22	8.9	1	Déterminée par les étoiles $\psi^{2,3}$ du ♒, ♄ comparé le 1 septemb.
342.31.45	10.40.31	8	2	Déterminée par les mêmes. ♄ comparé le 1 septembre.
345.29.45	10.42.48	7	3	Déterminée par les mêmes. ♄ comparé le 3 septembre.
345.55.19	10.49.56	7	4	Déterminée par ψ^2 et ψ^3. Saturne comparé le 7 septembre.
346.44. 7	10.19.57	5	ψ^2	Du Verseau, déduite de la Caille. Saturne comparé le 3 septembre.
346.59.51	10.45.44	5	ψ^3	Du Verseau. Saturne comparé le 3 et le 7 septembre.

OBSERVATIONS

DE L'OPPOSITION DE SATURNE, EN 1789.

Table qui contient les observations des lieux du centre de Saturne vers son opposition, annoncées pour le 11 *septembre ; à* 20 *heures.*

1789.	TEMPS VRAI.	Ascension droite de Saturne.	Déclin. de Saturne, australe.	Differ. en asceus. dr. avec les ét.	Différence en déclin.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	Le centre de Saturne comparé à ces étoiles.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Sept. 4		352. 7. 0	5.58.40	+ 2.27. 0	+18.34	6.7	5	Nouvelle déterm.
	10.27.30	352. 7. 0	5.58. 6	+ 8.52. 0	+ 3. 8	6	2	Nouvelle.
		352. 7. 9	....	+ 4.29. 7	....	6.7	3	Nouvelle.
		352. 7. 3	5.59.37	+ 1.57. 0	+45.14	6	6	Nouvelle.
		352. 7. 0	5.58.41	+ 2.2[illegible]. 0	+18.15	6.7	5	Nouvelle.
	10.41.51	352. 6.59	5.58.41	+ 1.27. 7	+25.11	6	7	Nouvelle.
	10.48.19	352. 6.54	5.58.33	− 0. 8.37	−44. 0	8	8	Nouvelle.
7	10.11.10	351.54.30	6. 3.30	− 0.21. 0	−38.54	8	8	La même ci-dess.
		351.54.21	6. 3.48	+ 4.46.52	−12. 7	6	96	Du ♒ de Flamst.
	10.36. 3	351.54. 9	6. 4.21	+ 4.16. 7	+14.54	6.7	3	Nouv. ci-dessus.
		351.54.52	6. 4. 8	+ 2.15.52	+23.42	6.7	5	Nouv. ci-dessus.
		351.5[illegible]	6. 4. 1	+ 1.14.15	+30.31	6	7	Nouv. ci-dessus
	10.53.34	351.54.19	6. 3.44	+ 1.14.37	+30.14	6	7	La même.
8	9.59.[illegible]½	451.50.14	6. 5.56	− 0.25.22	−36.37	8	8	Nouv. ci-dessus.
	10. 9.35	351.50.14	6. 5.31	+ 1.10.22	+32. 1	6	7	Nouv. ci-dessus.
	10.17. 9	351.50.14	6. 5.31	+ 1.10.22	+32. 1	6	7	Nouv. ci-dessus.
9		351.46. 3	6. 7.32	+31.38.30	−21.42	3	β	Du Verseau.
		351.46. 3	6. 7.32	+ 9. 6.15	+17.19	6	1	Nouvelle.
	9.47.15½	351.45.51	6. 7.31	+ 4.38.22	− 8.24	6	96	Du ♒ ci-dessus.
		351.46.24	6. 7.31	+ 4. 8.22	+18. 4	6.7	3	Nouv. ci-dessus.
		351.46. 2	6. 7.32	+ 2.17. 7	−25. 3	7	4	Nouvelle.
	9.56.54	351.45.59	6. 8. 2	− 0.29.37	−34.31	8	8	Nouv. ci-dessus.
	10. 3.53½	351.45.51	6. 8. 1	− 0.29.45	−34.32	8	8	La même.
10	9.25.25½	351.41.51	6. 9.37	− 0.53.45	−32.56	8	8	La même ci-dess.
	9.29.11	351.41.51	6. 9.37	− 0.53.45	−32.56	8	8	Nouv. ci-dessus.
	9.52.35	351.41.36	6. 9.30	+ 4.34. 7	− 6.25	6	96	Du ♒ ci-dessus.
	10.12.23	351.41.36	6. 9.26	+ 4.34. 7	− 6.29	6	96	La même.
16		351.16. 6	6.20.23	+ 4. 8.37	+ 4.28	96	6	La même.
	9.58.20½	351.16.21	5.20.50	− 0.59.15	−21.45	8	8	Nouv. ci-dessus.
	10. 5.21	351.16.18	6.20.56	− 0.59.18	−21.37	8	8	La même.
19	10. 9.19	351. 3.21	6.26. 0	− 1.12.15	−16.25	8	8	La même.
	10.14. 4	351. 3.21	6.26. 8	− 1.12.15	−16.25	8	8	La même.

Positions

Positions des étoiles réduites au 17 septembre 1789, qui ont été employées à la détermination du lieu du centre de Saturne pour son opposition.

Ascension droite.	Déclinais. australe.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	NOMS DES ÉTOILES comparées au centre de Saturne.
D. M. S.	D. M. S.			
320. 7. 33	6. 29. 14	3	β	Du Verseau. Saturne comparé le 9 septembre.
342. 39. 48	5. 50. 13	6	1	Déterminée par β. ♄ comparé le 9 septembre.
343. 15. 0	5. 55. 14	6	2	Déterminée par β. ♄ comparé le 4 septembre.
347. 7. 29	6. 15. 55	6	96	Du ♒ n°. de Flams. comp. à β. ♄ comp. 7. 9. 10. et 16. sept.
347. 38. 2	5. 49. 27	6. 7	3	Déterminée par β. ♄ comparé les 4, 7 et 9 septembre.
349. 28. 55	6. 32. 35	7	4	Déterminée par β. ♄ comparé le 9 septembre.
349. 40. 0	5. 40. 26	6. 7	5	Déterminée par β. ♄ comparé les 4 et 7 septembre.
350. 10. 3	5. 14. 19	6	6	Déterminée par β. ♄ comparé le 4 septembre.
350. 39. 52	5. 33. 30	6	7	Déterminée par β. ♄ comparé les 4, 7 et 8 septembre.
352. 15. 36	6. 42. 33	8	8	Déterminée par β. ♄ comp. les 4, 7, 8, 9, 10, 16 et 19 sept.

OBSERVATIONS DE L'OPPOSITION DE SATURNE EN 1790.

Table qui contient les observations des lieux du centre de Saturne vers son opposition, annoncée pour le 24 septembre, à 23 heures.

1790.	TEMPS VRAI.	Ascension droite de Saturne.	Déclinais. de Saturne australe.	Différence en ascension dr. avec les étoiles.	Différence en déclin.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	Le centre de Saturne comp. à ces étoiles.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.			
sept. 17	11. 26. 56½	3. 50. 29	1. 11. 51	+ 35. 4. 45	— 7. 55	3	α	Du Verseau.
		3. 49. 59	1. 11. 51	+ 7. 49. 30	+ 8. 28	7	1	Nouv. déter.
		3. 50. 28	1. 11. 51	+ 1. 3. 22	+ 2. 1	8. 9	2	Nouvelle.
		3. 50. 29	1. 11. 51	— 0. 8. 0	— 0. 58	6	9	Bal. de Flam.
		3. 50. 33	1. 11. 24	— 2. 21. 45	— 28. 2	6	4	Nouvelle.
		3. 50. 27	1. 11. 23	— 3. 0. 30	— 27. 59	6	15	Bal. de Flam.
20	11. 16. 24	3. 37. 59	1. 17. 27	— 0. 20. 30	+ 4. 58	6	9	Bal. ci-dess.
		3. 37. 52	1. 17. 17	— 2. 4. 7	— 28. 22	7	3	Nouvelle.
		3. 37. 48	1. 17. 36	— 2. 34. 30	— 21. 50	6	4	Nouv. ci-des.
		3. 37. 57	1. 17. 36	— 3. 13. 0	— 21. 46	6	15	Bal. ci-dess.
	11. 32. 47½	3. 37. 52	1. 17. 27	— 0. 20. 37	+ 4. 58	6	9	Bal ci-dess.
		3. 37. 59	1. 17. 16	— 2. 4. 0	— 28. 23	7	3	Nouv. ci-dess.
		3. 37. 56	1. 17. 37	— 2. 34. 22	— 21. 49	6	4	Nouv. ci-dess.
		3. 37. 57	1. 17. 37	— 3. 13. 0	— 21. 45	6	15	Bal. ci-dess.
	11. 46. 53	3. 37. 52	1. 17. 30	— 0. 20. 37	+ 5. 1	6	9	Bal. ci dess.
26	10. 43. 40	3. 12. 26	1. 29. 31	— 0. 46. 3	+ 17. 2	6	9	Bal. ci-dess.
		3. 12. 22	1. 29. 31	— 0. 46. 7	+ 17. 2	6	9	La même.

Suite de la Table de l'autre part.

1790.	TEMPS VRAI.	Ascens. droite de Saturne.	Déclinais. de Saturne australe.	Différence en ascens. droite avec les étoiles.	Différence en déclin.	Grandeur des étoiles.	Numéros. des étoiles.	Le centre de Saturne comp. à ces étoiles.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. 8.	M. S.			
Sept. 27	10. 39. 37	3. 8. 14	1. 31. 28	— 0. 50. 15	+ 18. 59	6	9	Baleine.
	10. 43. 41	3. 8. 7	1. 31. 27	— 0. 50. 22	+ 18. 58	6	9	La même.
	10. 47. 41	3. 8. 7	1. 31. 28	— 0. 50. 22	+ 18. 59	6	9	La même.
28	10. 40. 15	3. 3. 59	1. 32. 58	— 0. 54. 30	+ 20. 29	6	9	La même.
		3. 3. 59	1. 32. 53	+ 34. 18. 15	+ 13. 7	3	α	Du Verseau.
	10. 45. 15	3. 3. 52	1. 33. 14	— 0. 54. 37	+ 20. 45	6	9	Baleine.
	10. 49. 37	3. 3. 52	1. 33. 13	— 0. 54. 37	+ 20. 44	6	9	La même.

Positions des étoiles, réduites au 2 septembre 1790, qui ont été employées à la détermination du lieu du centre de Saturne pour son opposition.

Ascension droite.	Déclinais. australe.	Grandeur des étoiles.	Numéros des étoiles.	NOMS DES ÉTOILES, comparées au centre de Saturne.
D. M. S.	D. M. S.			
323. 45. 44	1. 10. 46	3	α	Du Verseau, déduite de la C. des T. Saturne comparé le 17 sept.
356. 0. 29	1. 3. 23	7	1	Nouvelle, déterminée par α. ♄ comparée le 17 septembre.
2. 47. 6	1. 9. 50	8. 9	2	Nouvelle, déterminée. ♄ comparé le 17 septembre.
3. 58. 29	1. 12. 29	6	9	De la Baleine, de Flamst. ♄ comp. les 17, 20, 26, 27 et 28 sept.
5. 41. 59	1. 45. 39	7	3	Nouvelle, déterminée. ♄ comparé le 20 septembre.
6. 12. 18	1. 39. 26	6	4	Nouvelle, déterminée. ♄ comparé les 17 et 20 septembre.
6. 50. 57	1. 39. 22	6	15	De la Baleine, de Flamsteed. ♄ comparé les 17 et 20 septembre.

Les tables que je viens de rapporter sont celles des positions du centre de Saturne, en ascention droite et en déclinaison, avec les différences de passages qui ont eu lieu entre le centre de Saturne et les étoiles au fil horaire du micromètre, et il en est de même pour les différences en déclinaison. Ces différences en ascension droite et en déclinaison, sont marquées des signes + et —; le premier indique qu'il faut ajouter ces différences aux positions des

étoiles comparées pour avoir l'ascension droite et la déclinaison du centre de la planète ; et le second signe indique qu'il faudra ôter. Ces deux colonnes forment la base des observations, et deviennent nécessaires pour rectifier les positions de Saturne, lorsqu'on aura les nouvelles positions que M. de la Lande et M. de Lambre doivent publier pour les étoiles. Le premier m'a déja donné, d'après ses tables, les ascensions droites des étoiles ψ^{3}, β, et α du Verseau, et j'en ai fait usage dans les trois oppositions que je viens de rapporter, ayant comparé le centre de Saturne à ces trois étoiles.

OBSERVATION

DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE,

La nuit du 28 *au* 29 *Avril* 1790,

FAITE A PARIS, A L'OBSERVATOIRE DE LA MARINE.

PAR CHARLES MESSIER.

LA journée du 28 avril, annonçoit que cette observation ne pourroit pas avoir lieu, à cause du ciel constamment couvert; vers la fin du jour il s'éclaircit en partie, et de plus en plus le soir : quelques nuages épais couvrirent de temps en temps la lune dans la première époque du commencement de l'éclipse à l'obscurité totale : le ciel fut plus beau pendant la durée de l'obscurité; j'en profitai pour parcourir le ciel avec une lunette de nuit, et pour observer quelques étoiles que je comparai à la lune : depuis la fin de l'obscurité jusqu'à celle de l'éclipse finie, il exista un léger brouillard qui s'étoit élevé, et qui avoit tellement obscurci l'ombre sur la lune, que son bord, qui avoit toujours été visible pendant l'immersion et pendant la durée de l'obscurité totale, ce bord ne pouvoit plus se voir, ainsi que les taches au bord de l'ombre prêtes à sortir, de manière qu'il étoit difficile de les observer, et les observations que j'en ai faites sont en petit nombre, et même douteuses.

La Lune, dans son immersion, présentoit une couleur rouge qui avoit augmentée à mesure que l'ombre couvroit la Lune. Cette couleur rouge resta égale pendant la durée

de l'obscurité totale, et le brouillard léger qui s'étoit élevé pendant l'émersion l'avoit un peu affoiblie.

Pendant la durée de l'obscurité totale, la partie de l'ombre la moins claire circuloit au bord de la Lune dans la partie de l'orient, du midi et de l'occident. Ce que je dessinai à $11^h\ 48'$, $12^h\ 8'$, $12^h\ 38'$, et $12^h\ 53'$.

J'ai employé à ces observations une lunette acromatique de 3 pieds $\frac{1}{2}$ à grande ouverture, garnie d'un micromètre à fils, et que je n'avois fait grossir que 36 fois l'objet, grossissement suffisant pour cette sorte d'observation.

Observations des taches et des mers qui ont été éclipsées à mesure que l'ombre couvroit la Lune dans l'immersion, et qu'elle la découvroit dans l'émersion.

TEMPS VRAI. H. M. S.	N°. des taches.	NOMS DES TACHES ET DES MERS QUI ONT ÉTÉ ÉCLIPSÉES.
10. 14. 0	......	Pénombre sur la Lune soupçonnée.
10. 19. 39	......	La pénombre très-forte.
10. 19. 46	......	Commencement de l'éclipse.
10. 22. 36	2	*Galileus*, entre dans l'ombre.
10. 23. 11	1	*Grimaldus*, à moitié dans l'ombre.
10. 26. 6	3	*Aristarchus*, entre dans l'ombre.
10. 27. 6	......	Nuage épais qui couvre la Lune.
10. 29. 44	......	La Lune sort du nuage.
10. 32. 29	A	*Mare humorum*, au bord de l'ombre.
10. 33. 34	5	*Gassendus*, à moitié dans l'ombre.
10. 35. 34	......	La Lune entre dans un nuage.
10. 39. 34	......	Elle en sort pour entrer dans un nuage plus clair.
10. 47. 19	A	*Mare humorum*, entrée.
10. 47. 19	C	*Mare imbrium*, tout entrée.
10. 47. 34	F	*Mare serenitatis*, commence à entrer.
10. 50. 4	22	*Eudoxus*, à moitié entrée, la Lune fort belle.
10. 50. 39	21	*Tycho*, commence à entrer.
10. 51. 34	21	*Tycho*, à moitié entré.
10. 52. 14	21	*Tycho*, entré.
10. 52. 39	25	*Menelaüs*, à moitié entré.
10. 56. 19	27	*Posidonius*, à moitié entré.
10. 57. 14	F	*Mare serenitatis*, toute entrée.
11. 1. 43	......	Le bord de la Lune dans l'ombre se voyoit difficilement : la couleur rouge paroissoit déjà sensible.
11. 3. 53	D	*Mare serenitatis*, à moitié dans l'ombre.
11. 4. 28	E	*Mare tranquilitatis*, à moitié entrée.
11. 5. 43	H	*Mare crisium*, au bord de l'ombre.
11. 5. 43	E	*Mare tranquilitatis*, toute entrée.
11. 5. 43	G	*Mare fecunditatis*, à moitié entrée.
11. 8. 43	H	*Mare crisium*, à moitié entrée.
11. 10. 23	H	*Mare crisium*, toute entrée.
11. 11. 3	G	*Mare fecunditatis*, toute entrée.
11. 15. 52	......	Emersion totale de la Lune dans l'ombre.
12. 53. 25	......	Immersion de la Lune, qui commence à sortir de l'ombre.
12. 55. 35	1	*Grimaldus*, à moitié sorti.
13. 2. 55	3	*Aristarchus*, au bord de l'ombre.
13. 3. 5	A	*Mare humorum*, commence à sortir.
13. 3. 50	A	A moitié sortie.
13. 4. 20	5	*Gassendus*, à moité sorti.
13. 6. 5	4	*Keplerus*, sorti.
13. 7. 55	A	*Mare humorum*, sortie.

Suite des observations des taches et des mers.

TEMPS VRAI.	N°. des taches.	NOMS DES TACHES ET DES MERS QUI ONT ÉTÉ ÉCLIPSÉES.
d. M. S.		
13. 8. 35	......	L'ombre très-noire, l'on ne voyoit plus le bord de la Lune qui étoit dans l'ombre, ni aucune des taches, pas même celles qui étoient au bord prêtes à sortir, ce qui étoit occasionné par un léger brouillard qui s'étoit élevé, et qui avoit donné plus d'opacité à l'ombre.
13. 14. 5	12	*Hélicon*, au bord de l'ombre.
13. 15. 34	11	*Copernicus*, à moitié sorti.
13. 15. 59	21	*Tycho*, à moitié sorti.
13. 19. 34	......	Le brouillard augmente et empêche de juger des limites de l'ombre sur la Lune; le bord de la Lune ne se voyoit pas, ni les taches à travers l'ombre.
13. 24. 34	C	*Mare imbrium*, entièrement sortie.
13. 25. 34	F	*Mare serenitatis*, commence à sortir.
13. 31. 3	F	A moitié sortie.
13. 32. 18	E	*Mare tranquilitatis*, commence à sortir.
13. 34. 33	......	Le bord de la Lune dans l'ombre, n'étoit pas encore visible.
13. 35. 18	27	*Posidonius*, à moitié sorti.
13. 35. 53	F	*Mare serenitatis*, sortie.
13. 46. 2	H	*Mare crisium*, commence à sortir.
13. 48. 2	H	A moitié sortie.
13. 49. 32	H	Sortie.
13. 50. 32	......	L'on commence seulement à voir le bord de la Lune qui est dans l'ombre.
13. 52. 17	......	Fin de l'éclipse, présumée, à cause du léger brouillard.
13. 57. 52	......	Il paroissoit encore snr la Lune un soupçon de pénombre.

Distances des cornes de l'ombre. à mesure que l'ombre couvroit la Lune dans l'immersion, et qu'elle la découvroit dans l'émersion.

TEMPS VRAI.	Distance des cornes.	DÉTAILS DES CORNES ET DIAMÈTRE DE LA LUNE.
H. M. S.	M. S.	
10. 25. 11	16. 30	Distance des cornes de l'ombre.
10. 34. 24	26. 46	De même, distance des cornes.
10. 40. 34	30. 53	
10. 43. 29	31. 33	
10. 53. 34	33. 35	
10. 59. 34	32. 49	
11. 8. 3	27. 40	
11. 12. 43	21. 6	
12. 58. 5	21. 23	
13. 5. 45	30. 38	
13. 15. 34	33. 21	
13. 23. 4	32. 50	
13. 26. 4	32. 10	
13. 30. 18	30. 28	
13. 37. 13	27. 27	
13. 39. 33	33. 57	Diamètre vertical de la Lune.
13. 42. 33	22. 4	Distances des cornes de l'ombre.
13. 45. 32	19. 15	

Table des positions de la Lune, savoir, de son bord orientale, de son second bord occidentale et son bord supérieur nord, comparé à l'étoile α *de la* ♎, *le* 28 *avril* 1790.

TEMPS VRAI.	Ascension droite.	Déclinaison australe.	Différence de passage.	Différence en déclinais.	Les positions des bords de la Lune.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	
11. 26. 10	215. 46. 11	....	— 4. 3. 30	....	Posit. du bord orientale de la Lune.
11. 28. 33½	216. 22. 11	15. 13. 28	— 3. 27. 30	+ 3. 56	Posit. du 2ᵉ bord, et bord supér. nord.
11. 46. 35	215. 55. 11	....	— 3. 54. 30	....	Posit. du bord orientale.
11. 48. 58½	216. 31. 19	15. 10. 15	— 3. 18. 22	+ 0. 43	Position du 2ᵉ, et bord supérieur.
14. 4. 27	216. 59. 41	....	— 2. 50. 0	....	Posit. du bord orientale.
14. 6. 50½	217. 35. 49	14. 51. 42	— 2. 13. 52	— 17. 50	Posit. du 2ᵉ bord, et bord supér. nord.
Australe.	216. 29. 57	15. 43. 2	— 3. 19. 44	+ 33. 30	Nouv. n°. 1. 10ᵉ grand. a été éclipsée.
	216. 42. 42	15. 43. 49	— 3. 6. 19	+ 34. 17	Nouv. n°. 2. 9ᵉ grand. éclip. et observ.
	217. 1. 12	15. 46. 30	— 2. 48. 29	+ 36. 58	Nouv. n°. 3. 8 à 9ᵉ grand. a été éclips.
	29. 49. 41	15. 0. 32	....	....	α de la Balance.

Nota. Les deux colonnes de cette table qui ont pour titre :

titre : *Différence de passage*, affectées du signe + et —, indiquent qu'il faut ajouter par le signe +, et ôter par le signe — de la position de l'étoile α de la ♎, pour avoir celles des bords de la Lune. Je ne rapporte ces différences observées que dans le cas que l'on changeât la position de α, par de nouvelles observations.

Pendant l'obscurité totale de la Lune dans l'ombre, j'observai l'immersion au bord de la Lune d'une étoile télescopique estimée de 9ᵉ grandeur à $12^h\ 16'\ 44''$ de temps vrai; sa position est rapportée ci-dessus sous le n°. 2. A la suite de cette observation, une autre étoile, estimée de 8ᵉ classe, n°. 3, aussi déterminée par α, devoit être éclipsée; mais le bord de la Lune, qui augmentoit en lumière, la fit disparoître quelques minutes avant son immersion.

OBSERVATION DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE, LA NUIT DU 22 AU 23 OCTOBRE 1790.

FAITE A PARIS A L'OBSERVATOIRE DE LA MARINE.

PAR CHARLES MESSIER.

Je partagerai les observations de cette éclipse en trois époques; la première depuis le commencement de l'éclipse jusqu'à l'obscurité totale de la lune dans l'ombre, qui a été de $1^h\ 6'\ 54''$, suivant mon observation; la seconde époque, la durée totale de la lune dans l'ombre, qui a été de $1^h\ 41'\ 49''$; la troisième et dernière époque, depuis l'obscurité totale jusqu'à la fin de l'éclipse.

PREMIÈRE ÉPOQUE.

Le 21 et le 22 octobre, le ciel fut très-beau; il annonçoit que l'éclipse seroit observée : elle eut lieu par la continuation de ce beau temps. J'observai le commencement de l'éclipse, ensuite les taches, à mesure que l'ombre couvroit la lune, jusqu'à l'obscurité totale. L'ombre paroissoit également terminée : elle étoit précédé d'une pénombre, claire et légère, bien distincte de l'ombre. Les taches qui étoient entrées dans l'ombre y restoient apparentes à la lunette, quoique fort diminuées, depuis le commencement de l'éclipse jusqu'à l'obscurité totale.

SECONDE ÉPOQUE.

Le ciel également beau pendant toute la durée de l'obscurité totale ; les étoiles brilloient comme dans une belle nuit d'hiver ; j'en profitai pour parcourir le ciel avec une lunette de nuit, qui est le moyen que j'emploie pour la recherche des comètes. Cette grande obscurité dura $1^h\,42'$.

Pendant toute sa durée, l'ombre sur la lune qui la couvroit, étoit de couleur d'une légère teinte d'encre de la Chine, qui laissoit appercevoir tout le disque de la lune, même sans lunette. L'ombre étoit mêlée par partie d'une couleur rougeâtre, semblable au sang, qui perd sa vivacité, lorsqu'on le garde trop long-temps. L'ombre la plus foible présentoit à la vue et à la lunette, une espèce de croissant et qui circuloit intérieurement au bord de la lune, depuis sa partie orientale jusqu'à son occidentale, passant par le nord.

Comme le disque de la lune étoit apparent, à travers l'ombre, pendant l'obscurité totale, je mesurai deux fois son diamètre vertical, que je trouvai être à 12 heures 20 minutes de temps vrai, de 29 minutes 55 secondes de degré.

Pendant la même obscurité, plusieurs étoiles télescopiques furent éclipsées ; mais elles étoient trop foibles pour pouvoir être observées. J'en suivi une jusqu'au moment de son entrée sous le disque ; je cessai de la voir à 13 heures 8 minutes 27 secondes de temps vrai : l'incertitude de son immersion ne pouvoit aller qu'à quelques secondes.

TROISIÈME ÉPOQUE.

Après avoir bien observé, par un même ciel, beau et pur, la fin de l'émersion de l'obscurité totale, un léger nuage se forma au-devant de la lune, et continua à s'étendre ; ensuite il s'en forma d'autres, et dans peu de temps le

ciel se trouva pomeleux ; ces nuages blanchâtres et clairs, avoient tellement rembruni l'ombre, qu'on ne pouvoit plus voir les taches ni le bord de la lune qui étoient dans l'ombre, de manière que les observations que je rapporterai de cette troisième époque, n'auront pas la même précision que les autres.

Les observations de cette éclipse furent faites avec une lunette acromatique, à grande ouverture, de trois pieds et demi de foyer, garnie d'un micromètre à fils, qui pouvoit s'incliner dans tous les sens ; je n'avois fait grossir cette lunette que trente-six fois environ l'objet, effet qui m'avoit paru suffisant pour cette observation, et qui est à préférer à un grossissement plus fort, qui diminue la lumière, et rend l'ombre plus compacte. L'expérience l'a prouvé dans l'observation de l'éclipse totale de lune, la nuit du 30 au 31 juillet 1776, pour laquelle le C. Bailly fit usage d'une lunette acromatique, qu'il avoit fait grossir cent fois ; il reconnu que dans l'émersion, l'ombre étoit si forte qu'on n'apperceevoit pas toujours les taches avant leur sortie, tandis que moi, qui observoit la même éclipse avec un grossissement de quarante fois, je voyois très-bien les taches à travers l'ombre : c'est ce que j'ai rapporté à la suite de mon observation, imprimée Mémoires de notre Académie, année 1776, page 441.

Observations des taches et des mers qui ont été éclipsées à mesure que l'ombre couvroit la lune dans l'immersion, jusqu'à l'obscurité totale.

TEMPS VRAI.	Numéros des taches	NOMS DES TACHES ET DES MERS ÉCLIPSÉES.
H. M. S.		
11. 5. 6	.....	Commencement de l'éclipse.
11. 6. 36	1	Commencement plus certain.
11. 9. 20	1	*Grimaldus*, commence à entrer.
11. 10. 36	1	*Grimaldus*, entré.
11. 13. 55	2	*Galileus*, entré.
11. 16. 5	A	*Mare-humorum*, au bord de l'ombre.
11. 17. 5	3	*Aristarchus*, entré.
11. 17. 50	5	*Gassendus*, à moitié entré.
11. 19. 4	A	*Mare-humorum*, à moitié dans l'ombre.
11. 20. 44	A	*Mare-humorum*, entrée.
11. 23. 3	4	*Keplerus*, entré.
11. 24. 53	3	*Aristarchus*, entré.
11. 25. 43	B	*Mare-nubium*, à moitié entrée.
11. 30. 17	11	*Copernicus*, au bord de l'ombre.
11. 30. 57	21	*Tycho*, au bord de l'ombre.
11. 31. 37	11	*Copernicus*, à moitié entré.
11. 32. 7	21	*Tycho*, à moitié entré.
11. 32. 42	11	*Copernicus*, entré.
11. 32. 47	21	*Tycho*, entré.
11. 36. 6	7	*Harpalus*, entré.
11. 36. 52	8	*Heraclides*,
11. 41. 55	12	*Helicon*, entré.
11. 42. 51	16	*Timocharis*, entré.
11. 49. 3	F	*Mare-serenitatis*, touche l'ombre.
11. 49. 59	E	*Mare-serenitatis*, au bord de l'ombre.
11. 50. 49	C	*Mare-imbrium*, entrée.
11. 52. 14	D	*Mare-nectari*, au bord de l'ombre.
11. 53. 32	C	*Mare-imbrium*, à moitié dans l'ombre.
11. 55. 58	F	*Mare-serenitatis*, à moitié entrée.
11. 57. 38	C	*Mare-imbrium*, entrée
11. 57. 58	E	*Mare-tranquilitatis*, à moitié entrée.
11. 59. 3	27	*Possidonius*, au bord de l'ombre.
12. 0. 36	G	*Mare-fecunditatis*, au bord de l'ombre.
12. 1. 52	27	*Possidonius*, entrée.
12. 2. 27	F	*Mare-serenitatis*, entrée.
12. 4. 57	E	*Mare-tranquilitatis*, entrée.
12. 7. 2	H	*Mare-crisium*, au bord de l'ombre.
12. 7. 47	G	*Mare-fecunditatis*, toute entrée.
12. 9. 41	H	*Mare-crisium*, à moitié dans l'ombre.
12. 11. 11	H	*Mare-crisium*, toute entrée.
12. 13. 30	......	*Fin*, ou commencement de l'obscurité totale.
12. 14. 15	......	*Fin*, moins certaine.

Observations des taches et des mers qui sont sorties de l'ombre à mesure que l'ombre découvroit la lune.

TEMPS VRAI.	[illegible]	NOMS DES TACHES ET DES MERS SORTIES DE L'OMBRE.
H. M. S.		
13. 55. 19	......	*Fin* de l'obscurité totale, certaine.
13. 56. 9	......	*Fin* de l'obscurité, moins certaine.
13. 58. 49	1	*Grimaldus*, au bord de l'ombre.
13. 59. 39	1	*Grimaldus*, sorti.
14. 0. 8	......	*Nuages clairs*, au-devant de la lune.
14. 1. 58	2	*Galileus*, au bord de l'ombre.
14. 4. 28	3	*Aristarchus*, à moitié sorti.
14. 7. 3	A	*Mare-humorum*, au bord de l'ombre.
14. 7. 38	......	*Nuages épais*, les taches ne se voyent plus à travers l'ombre.
14. 9. 23	4	*Keplerus*, sort de l'ombre.
14. 10. 17	A	*Mare-humorum*, à moitié hors de l'ombre.
14. 11. 17	8	*Heraclides*, sorti, douteux.
14. 13. 17	A	*Mare-humorum*, quitte l'ombre.
14. 15. 1	12	*Helicon*, sort de l'ombre.
14. 17. 36	11	*Copernicus*, à moitié hors de l'ombre.
14. 18. 46	11	*Copernicus*, sorti.
14. 21. 15	17	*Plato*, à moitié hors de l'ombre.
14. 23. 20	21	*Tycho*, à moitié sorti.
14. 24. 5	21	*Tycho*, sorti.
14. 28. 30	C	*Mare-imbrium*, quitte l'ombre.
14. 33. 30	F	*Mare-serenitatis*, au bord de l'ombre.
14. 35. 33	24	*Manilius*, à moitié hors de l'ombre.
14. 38. 3	25	*Menelaus*, à moitié sorti.
14. 38. 43	F	*Mare-serenitatis* à moitié hors de l'ombre.
14. 40. 22	28	*Dionysius*, à moitié sorti.
14. 41. 42	27	*Possidonius*, à moitié sorti.
14. 42. 57	29	*Plinius*, à moitié hors de l'ombre.
14. 44. 52	F	*Mare-serenitatis*, quitte l'ombre.
14. 47. 2	E	*Mare-tranquillitatis*, à moitié hors de l'ombre.
14. 47. 32	D	*Mare-nectaris*, à moitié sortie.
14. 49. 15	32	*Promontorium-acutum*, à moitié hors de l'ombre.
14. 50. 1	D	*Mare-nectaris*, sortie.
14. 56. 31	......	*Nuages très-épais*, on ne pouvoit pas encore voir le b. de la lune.
14. 59. 21	H	*Mare-crisium*, quitte l'ombre; douteux.
15. 1. 0	......	On ne fait que soupçonner l'ombre de la lune.
15. 2. 29	......	*Fin de l'éclipse*, douteuse à cause des nuages.

Après la fin de l'éclipse, ces nuages augmentèrent considérablement, de manière qu'une minute ou deux après la fin, la lune fut couverte au point de ne plus reparoître.

Distances des cornes de l'ombre, à mesure que l'ombre couvroit la lune dans l'immersion.

TEMPS VRAI.	Distance des cornes.	DÉTAILS DES OBSERVATIONS.
H. M. S.	M. S.	
11. 29. 22	25. 23	
11. 33. 36	27. 10	
11. 38. 1	28. 37	
11. 43. 51	29. 25	Distances des cornes de l'ombre.
11. 47. 51	29. 45	
11. 54. 3	29. 14	
12. 4. 57	24. 18	
12. 9. 1	2[illegible]. 35	
10 59. 9	2. 4.	Passage du premier bord de la lune au fil horaire.
11. 1. 13		Passage du second bord.

Distances des cornes de l'ombre à mesure que l'ombre découvroit la lune dans l'émersion.

TEMPS VRAI.	Distance des cornes.	DÉTAILS DES OBSERVATIONS.
H. M. S.	M. S.	
14. 7. 3	25. 10	
14. 14. 21	28. 40	
14. 19. 30	29. 18	
14. 22. 35	29. 42	
14. 26. [illegible]	29. 20	Distances des cornes de l'ombre.
14. 32. 59	28. 24	
14. 39. 43	26. 25	
14. 46. 27	25 9	
14. 52. 55	19. [illegible]	

MÉMOIRE
SUR LES FROTTEMENS
DE LA POINTE DES PIVOTS.

PAR CHARLES-AUGUSTIN COULOMB.

Expériences pour déterminer le frottement qu'éprouvent les corps qui tournent sur la pointe d'un pivot. Théorie de ce frottement.

1. J'AI déjà essayé de donner (*pag.* 234 *et suivantes, dans le IX*^e^ *volume des Savans Etrangers*) la théorie du frottement des pivots et des chappes; mais les expériences rapportées dans ce mémoire, ne sont ni assez nombreuses, ni faites d'après une méthode assez exacte, pour donner à la théorie l'étendue et la certitude qu'elle exige; j'ai donc cru nécessaire de revenir sur cet objet, et d'en faire le sujet d'un mémoire particulier qui servira de suite à mon travail sur le frottement des machines, imprimé dans le X^o^ volume des *Savans Etrangers*.

2. On suspend ordinairement les aiguilles de boussole, et généralement les corps qui doivent tourner sur la pointe d'un pivot, au moyen d'une chappe d'agate ou de quelque matière très-dure. Les pivots sont d'acier trempé, et le plus souvent revenu à l'état de ressort: la chappe a dans son creux une forme conique, terminée à son sommet par une petite calotte concave, dont le rayon de courbure est très-petit.

La

La pointe du pivot conique sur laquelle la chappe est portée, forme à son sommet une petite surface courbe convexe, dont le rayon de courbure doit être encore plus petit que celui du fond de la chappe ; mais malgré tous les soins que l'artiste peut porter dans l'exécution des chappes, j'ai toujours trouvé par l'expérience que la courbure du fond étoit très-irrégulière, et que le frottement d'une chappe d'agathe tournant sur la pointe d'un pivot, étoit souvent cinq ou six fois plus considérable que le *momentum* du frottement d'un plan d'agate très-poli tournant sur le même pivot. Ainsi des essais faits avec des chappes ordinaires, ne pouvoient pas me servir de guides, pour déterminer les loix du frottement des pivots, et il m'a fallu chercher un genre d'expérience qui fit disparoître autant qu'il est possible tout ce qui tient à des élémens dont nous n'avons aucun moyen pratique de nous procurer les mesures.

3. Au lieu de suspendre, par le moyen d'une chappe, le corps porté sur la pointe d'un pivot, je le fais porter sur cette pointe par un plan très-poli, en ayant soin, pour empêcher le corps de glisser, que son centre de gravité soit très-bas relativement au point de suspension, je fais ensuite pirouetter le corps autour du pivot, en lui imprimant un mouvement de rotation ; j'observe très-exactement, au moyen d'une montre à seconde, le temps que le corps employe à faire les quatre ou cinq premiers tours. J'en déduis un tour moyen pour déterminer la vitesse primitive ; je compte ensuite le nombre des tours qu'il fait avant de s'arrêter.

L'on conçoit que dans ce mouvement, la vitesse du corps est ralentie en même-temps par la résistance du frottement de la pointe du pivot, et par celle de l'air qui frappe contre le corps ; mais si l'on donne certaine figure au corps, telle, par exemple, que celle d'une cloche de verre, et qu'en posant cette cloche sur la pointe d'un pivot, on la fasse tourner autour de son axe ; la résistance de

l'air, lorsque le mouvement sera peu rapide, et lorsque la cloche pèsera cinq ou six gros, pourra se négliger relativement au *momentum* du frottement; c'est ce dont il sera d'ailleurs facile de se convaincre par l'expérience; en prolongeant le cylindre qui forme la cloche par un cylindre de carton très léger qui aura la même longueur que la cloche, car quoique pour lors la résistance de l'air sous le même degré de vitesse, doive être à peu-près double de ce qu'elle étoit avant qu'on eut prolongé le cylindre, l'on trouvera cependant que dans des degrés de vitesse peu considérable le ralentissement du mouvement est à peu-près le même dans les deux cas.

Pour être plus sûr des résultats, j'ai fait une partie des expériences en suspendant dans le vuide (*fig.* 1) sur la pointe d'un pivot, une fourchette formée d'un fil de laiton *akhb*, garnie en *d* d'un plan, ou ce qui vaut mieux, dans plusieurs expériences, d'une lentille concave de verre, dont le rayon de courbure étoit de 2 à 3 lignes, la fourchette est chargé en *a* et *b* de deux plaques de métal, l'on imprime un mouvement de rotation à la fourchette au moyen d'une tige mobile *efk* formant crochet en *f*, et que l'on introduit dans le col de la cloche sous laquelle l'on a fait le vuide.

Mais il est bon d'avertir que cet appareil est inutile dans presque tous les résultats où l'on ne cherche pas à déterminer l'influence de la vitesse sur le frottement; car, si l'on se contente de donner un mouvement très-lent, tel, par exemple, que la fourchette qui a 2 pouces de distance entre ses branches, fasse son premier tour dans plus de sept à huit secondes; si d'ailleurs les deux pièces de métal *a* et *b* réunies avec la fourchette, pèsent un peu plus de cinq ou six gros, pour lors le frottement est assez considérable, relativement à la résistance de l'air, pour qu'il soit inutile d'avoir égard à cette résistance, il suffit de couvrir la four-

chette avec une grande cloche pour la mettre à l'abri des courans d'air.

Formules qui représentent le ralentissement d'un corps qui se meut autour d'un axe fixe, le mouvement étant retardé par une force constante.

4. La formule qui donne le ralentissement d'un pareil mouvement, est exprimée par

$$\mathrm{A}\,dt = -du \int \frac{\mu r^2}{a},$$

dans laquelle A représente le *momentum* de la force retardatrice; dt l'élément du temps; u la vitesse d'un point placé à la distance a de l'axe de rotation; μ une molécule du corps, dont la distance à l'axe de rotation est r.

Pour le prouver, soit (*fig.* 4) AB, n°. 1, le corps qui tourne autour de l'axe CC′; que AKB (*fig.* 4, n°. 2) représente une section du corps perpendiculaire à l'axe de rotation. Soit $ca = a$; la vitesse d'un point donné $a = u$; $c\mu = r$; la vitesse d'une petite molécule μ sera $\frac{ur}{a}$; et la variation instantanée du *momentum* de cette molécule autour de CC′ sera $\frac{\mu r^2 du}{a}$: comme il y a égalité entre le *momentum* de la force supposée constante, qui agit pour retarder le mouvement, et la somme des incrémens du *momentum* de toutes les molécules μ, il en résultera l'équation $\mathrm{A}\,dt = -du \int \frac{\mu r^2}{a}$.

En faisant dans cette formule dx l'espace parcouru dans le temps dt par un point dont la vitesse est u, elle deviendra

$$\mathrm{A}\,dx = -udu \int \frac{\mu r^2}{a};$$

et si A ou le *momentum* qui retarde le mouvement est

une quantité constante; si de plus au commencement du mouvement la vitesse u est égale à b, la formule intégrée donnera

$$2Ax = (b^2 - uu) \int \frac{\mu r^2}{a};$$

d'où il résulte que si le *momentum* A du frottement est une quantité constante; si b est la vitesse primitive; si X est l'espace parcouru par le point dont la vitesse primitive est b, depuis l'instant où l'on a observé cette vitesse jusqu'à la fin du mouvement, l'on aura à la fin du mouvement;

$$A = \frac{b^2}{2X} \int \frac{\mu r^2}{a}.$$

Ainsi, en faisant tourner un même corps sur la pointe d'un pivot avec plus ou moins de vitesse, si le *momentum* A de la résistance qui ralentit son mouvement est une quantité constante, comme $\int \frac{\mu r^2}{a}$ est aussi une quantité constante, quelque soit le degré de vitesse primitive b. $\frac{b^2}{2X}$ sera aussi une quantité constante.

Première Expérience.

3. J'ai pris une cloche de verre qui avoit 48 lignes de diamètre, et 60 lignes de hauteur. Elle pesoit 5 onces. Je l'ai placé sur la pointe d'un pivot, et après lui avoir successivement donné différens degrés de vitesse autour de ce pivot, j'ai observé très-exactement le temps qu'elle employoit à faire le premier tour, ce qui me donnoit pour vitesse moyenne, celle qui répondoit à la moitié de ce premier tour; j'ai compté ensuite le nombre de tours que faisoit la cloche avant de s'arrêter, en tenant compte de la moitié du premier tour, auquel répondoit la vitesse déterminée; il en a résulté,

Premier essai. La cloche fait un tour en 4″, et s'arrête après 34 tours $\frac{1}{10}$.

Deuxième essai. La cloche fait un tour en $6'' \frac{1}{4}$, et s'arrête après 14 tours $\frac{1}{10}$.

Troisième essai. La cloche fait un tour en $11''$, et s'arrête après 4 tours $\frac{6}{10}$.

REMARQUE.

Pour déterminer d'une manière suffisamment exacte dans cette expérience la vitesse moyenne, lorsque cette vitesse est considérable au lieu d'observer le temps où la cloche parcourt un seul tour, l'on observe celui où elle parcourt les quatre premiers tours, ce qui donne la vitesse moyenne au second tour ; l'on observe ensuite le nombre des tours qu'elle parcourt avant de s'arrêter depuis ce deuxième tour.

Résultat de cette expérience.

6. Nous avons vu, art. 4, que si b est la vîtesse primitive, X l'espace parcouru depuis le commencement jusqu'à la fin du mouvement, A le *momentum* constant de la force retardatrice; $\int \frac{\mu r^2}{a}$ la somme du produit de chaque molécule par le quarré de sa distance r à l'axe de rotation divisée par la quantité a distance à l'axe de rotation du point dont la vîtesse primitive est b ; l'on aura à la fin mouvement,

$$A = \frac{b^2}{2X} \int \frac{\mu r^2}{a}.$$

Mais puisque dans les trois essais qui précédent, l'on s'est servi de la même cloche, $\int \frac{\mu r^2}{a}$ est la même quantité; ainsi $\frac{b^2}{X}$ doit se trouver une quantité constante si A est constant, *et vice versâ.* Mais dans chaque essai, nous avons compté le temps employé par la fourchette à faire une révolution entière. Ainsi la vîtesse moyenne ou la vîtesse à

la moitié de cette première révolution sera mesurée par la circonférence parcourue, divisée par le temps employé à la parcourir. L'espace parcouru jusqu'à l'extinction du mouvement, sera mesuré par le nombre des tours parcourus depuis l'instant où l'on a déterminé la vitesse moyenne jusqu'à la fin du mouvement. Ainsi, en calculant les trois essais, l'on formera la table suivante.

1er essai,	1 tour en $4''$,	s'arrête à $34\frac{1}{10}$ tour,	d'où résulte	$\frac{b^2}{X} = \frac{1}{547}$;
2e essai	$6''\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{10}$		$\frac{1}{550}$;
3e essai	$11''$	$4\frac{6}{10}$		$\frac{1}{557}$;

Il résulte donc certainement de cette expérience que la quantité $\frac{b^2}{X}$, et par conséquent la quantité A qui exprime le *momentum* du frottement, sont des quantités constantes, quelque soit le degré primitif de vîtesse; que par conséquent la vitesse n'entre pour rien dans la résistance due au frottement des pivots, qui, d'après cette observation, est nécessairement proportionnelle à une fonction de la pression. En faisant cette expérience dans le vuide comme nous l'avons indiqué à l'article 3, on peut se servir d'un corps beaucoup moins pesant et d'une forme quelconque, et l'on trouvera le même résultat.

Momentum *du frottement des pivots sous différentes natures de contact.*

7. L'on a courbé, ainsi qu'il est représenté à la *fig.* 1, un fil de laiton de 9 pouces de longueur, les branches parallèles ak, bh sont à 24 lignes de distance l'une de l'autre; la courbe kdh est un demi-cercle qui réunit les deux branches; sa longueur est très-approchante de 3 pouces; les deux branches verticales et parallèles ont également chacune 3 pouces de longueur; l'on attache avec

de la cire aux extrêmités *a* et *b* deux pièces de métal, et l'on fixe de la même manière en *d*, pour servir de chappe, un petit plan très-poli des différentes matières dont on veut déterminer le frottement sur la pointe du pivot. Au sommet du support en *g*, l'on fixe une petite aiguille d'acier *gd* trempée, et dont il faut rendre la pointe plus ou moins fine, arrondie ou obtuse, suivant la nature des chappes, et suivant la pression qu'elles doivent éprouver, ainsi qu'on le verra dans la suite de ce mémoire. L'extrêmité de l'aiguille dont nous nous sommes servis dans les expériences qui vont suivre, vue à la loupe, paroissoit former un angle conique de 18 à 20 degrés.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

8. Plan de grenat *d* très-poli servant de chappe. Les pièces de métal *a* et *b* pesant chacune 2 gros, et la fourchette 1 gros $\frac{1}{3}$.

1er *essai*. La fourchette fait un tour en 12″, et s'arrête après 7 tours; d'où résulte $\frac{b^2}{X} = \frac{1}{1008}$.

2e *essai*. La fourchette fait un tour en 23″, et s'arrête après 2 tours; d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{1050}$.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

9. Plan d'agate très-poli sous la même charge.

1er *essai*. La fourchette fait un tour en 9″, et s'arrête après 10 tours $\frac{1}{2}$, d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{851}$.

2e *essai*. La fourchette fait un tour en 15″, et s'arrête après 3 tours $\frac{1}{2}$, d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{1044}$.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

10. Plan de cristal de roche très-poli sous la même charge.

1er *essai.* La fourchette fait 1 tour en 13″, et s'arrête après 4 tours $\frac{5}{8}$; d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{781}$;

2e *essai.* La fourchette fait 1 tour en 14″ $\frac{1}{2}$, et s'arrête après 3 tours $\frac{3}{4}$; d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{787}$;

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

11. Plan de verre *d*, très poli; même charge.

1er *essai.* La fourchette fait 1 tour en 8″ $\frac{3}{4}$, et s'arrête à 7 tours $\frac{1}{2}$; d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{570}$;

2e *essai.* La fourchette fait 1 tour en 4″ $\frac{1}{4}$, et s'arrête à 2 tours $\frac{9}{10}$; d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{589}$.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

12. Plan d'acier trempé et poli; même charge.

1er *essai.* La fourchette fait 1 tour en 17″, et s'arrête 1 tour $\frac{3}{4}$, d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{510}$;

2e *essai.* La fourchette fait un tour en 8″, et s'arrête après 7 tours $\frac{1}{4}$, d'où résulte $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{464}$.

Résultat de ces cinq Expériences.

13. Il résulte des cinq expériences que nous venons de rapporter, que la quantité A qui exprime le *momentum* du frottement étant proportionelle à $\frac{b^2}{X}$, puisque la pression

sion est la même dans les cinq expériences; si l'on prend dans chaque expérience la quantité moyenne qui représente $\frac{b^2}{X}$; nous aurons les *momentum* du frottement de la pointe de notre aiguille contre les plans de grenat, d'agate, de cristal de roche, de verre et d'acier dans le rapport des nombres $\frac{1}{1029}$, $\frac{1}{847}$, $\frac{1}{784}$, $\frac{1}{579}$, $\frac{1}{487}$. En sorte que le *momentum* du frottement du plan de grenat étant représenté par l'unité, l'on aura pour le *momentum* du frottement de rotation des autres matières, le tableau suivant:

Frottement du grenat	1,000
de l'agate	1,214
cristal de roche	1,313
verre	1,777
acier	2,257

De la forme plus ou moins aiguë qu'il faut donner à la pointe des pivots.

14. J'ai fait arrondir successivement en cône plus ou moins aigu l'extrémité d'une aiguille d'acier, j'ai voulu voir par-là si le changement de figure influeroit sur le frottement. Je ne rapporterai ici que les résultats.

En conservant la même charge et la même distribution que dans la deuxième expérience, j'ai trouvé que la pointe du pivot étant taillée à 45 degrés, l'on avoit $\frac{b^2}{X}$;

Pour le grenat représenté par	$\frac{1}{2500}$,
Pour l'agate	$\frac{1}{2100}$,
Pour le verre	$\frac{1}{1400}$,
Pour l'acier trempé et parfaitement poli	$\frac{1}{2000}$.

En donnant ensuite à cette pointe une forme plus aigue, de manière que l'angle du cône qui la termine, vu à la

loupe, ne pouvoit guère s'évaluer à plus de six ou sept degrés, j'ai trouvé, toujours sous la même pression, que la quantité $\frac{b'}{x}$ étoit représentée

pour l'agate par . . . . $\frac{2}{800}$;
pour le verre par . . . . $\frac{2}{450}$;
pour l'acier trempé et poli . . . . . $\frac{1}{250}$.

En comparant, d'après ces différens essais, le *momentum* du frottement de rotation de la pointe de différens pivots contre un plan d'agate, l'on trouve la quantité $\frac{b'}{x}$, qui représente le *momentum* de ce frottement;

pour un pivot à 45^d . . $\frac{b'}{x} = \frac{1}{2100}$,
15^d . . . . $\frac{1}{1200}$,
6^d . . . . . $\frac{1}{800}$.

Remarque.

15. Par la comparaison des expériences dont nous venons de donner les résultats, il paroît que pour les plans de grenat, d'agate et de verre sous une pression de 5 gros $\frac{1}{2}$, le frottement augmente à mesure que les pivots sont plus aigus, mais qu'il suit à-peu-près le même rapport. Il n'en est pas de même du plan d'acier; en effet, le rapport du *momentum* de rotation du frottement du grenat, de l'agate et du verre, augmente sensiblement à mesure que l'on donne une forme plus aigue à la pointe du pivot, en sorte que nous trouvons pour l'agate et l'acier roulant sur une pointe taillée à 45 degrés, les frottemens presqu'égaux, puisqu'ils sont représentés pour l'agate par $\frac{1}{2100}$, et pour l'acier par $\frac{1}{2000}$, tandis qu'en suspendant la même charge sur une pointe dont on estimoit l'angle de 6 à 7 degrés, ce même *momentum* étoit, pour le plan d'agate, représenté par $\frac{1}{800}$; et pour l'acier, par $\frac{1}{250}$.

L'on ne peut, ce me semble, attribuer ces variétés qu'à l'irrégularité de la contexture des métaux, et sur-tout de l'acier ; en l'examinant à la loupe, l'on apperçoit que la surface la mieux polie de ce métal, est parsemée d'une infinité de trous irréguliers. C'est dans ces trous que pénètre la pointe d'un pivot lorsqu'elle est très-aigue, et pour lors le frottement doit augmenter suivant que le pivot s'enfonce plus ou moins entre les parties irrégulières qui forment ces trous ; ce qui est beaucoup moins considérable dans le grenat, l'agate et le verre, dont la surface ne présente pas ordinairement des enfoncemens aussi sensibles.

Nous devons prévenir, avant de terminer cette remarque, et l'expérience ainsi que le raisonnement l'indiquent d'avance, que les résultats que nous venons de trouver ne peuvent pas s'appliquer à tous les degrés de pression : lorsque les poids qui chargent la pointe des pivots sont très-petits, au-dessous, par exemple, de 100 grains ; l'on trouve très-peu d'avantage à donner à ces pivots un angle de plus de 18 à 20 degrés. Cette observation est sur-tout importante dans la suspension des aiguilles de boussole, qui sont soutenues par une chappe, dont l'angle conique ne peut pas être très-obtus ; autrement l'aiguille ne conserveroit pas nécessairement dans les différentes positions le même centre de mouvement, et il seroit impossible d'en avoir la direction d'une manière exacte. Mais comme nous avons vu dans le volume précédent de l'Académie, *Théorie et expériences sur l'Aimant*, que dans des aiguilles aimantées, de même longueur et de différens poids, le *momentum* de la force directrice étoit dans un moindre rapport que celui des poids ; comme nous verrons tout-à-l'heure que le *momentum* du frottement des pivots est presque toujours dans un rapport plus grand que celui des poids, et jamais au-dessous. Il en résulte que les aiguilles les plus légères étant celles qui approchent le plus de la véritable direction du

ridien magnétique, l'on doit dans ce cas toujours tailler les pointes de pivots sous un angle moindre que 18 degrés.

Du momentum *du frottement des pivots comparés sous différens degrés de pression.*

16. L'on a pris un petit plan de verre très-poli; il a été fixé en *d* (*fig.* 1); l'on a mis en *a* et *b* successivement des pièces de métal de différens poids. L'on a fait ensuite tourner la fourchette *akhb* sur la pointe d'un pivot dont l'angle étoit à-peu-près de 45 degrés, et l'on a eu :

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

17. La fourchette pèse 1 gros $\frac{1}{3}$; chaque pièce de métal *a* et *b* pèse 2 gros, ainsi le pivot est chargé de 5,33 gros. Les plaques de métal *a* et *b* sont à 24 lignes de distance l'une de l'autre, ou à 12 lignes de l'axe de rotation.

1er *Essai.* La fourchette fait 1 tour en 24″, et s'arrête après 2 tours, d'où $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{1152}$;

2e *Essai.* La fourchette fait 1 tour en 14″, et s'arrête à 5 tours $\frac{3}{4}$, d'où $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{1127}$;

3e. *Essai.* La fourchette fait un tour en 10″, et s'arrête à 11 tours $\frac{3}{4}$, d'où $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{1175}$;

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

18. La fourchette est chargée de deux pièces de métal pesant ensemble 15 gros $\frac{1}{3}$; ainsi le pivot est chargé de 16,66 gros.

1er *Essai.* La fourchette fait 1 tour en 9″, et s'arrête à 10 tours $\frac{1}{4}$, d'où $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{830}$;

2e *Essai.* La fourchette fait 1 tour en 13″, et s'arrête à 4 tours $\frac{3}{4}$; d'où $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{802}$,

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

19. La fourchette est chargée de quatre pièces de métal pesant ensemble 30 $\frac{2}{3}$, ainsi le pivot est chargé de 32 gros.

1er *Essai.* La fourchette fait 1 tour en 11″, et s'arrête à 5 tours $\frac{3}{8}$; d'où $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{650}$;

2e *Essai.* La fourchette fait 1 tour en 22″, et s'arrête à 1 tour $\frac{6}{20}$, d'où $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{605}$.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

Plan de Grenat.

20. L'on a substitué un plan de grenat au plan de verre. Je ne rapporterai ici que le résultat de cette expérience.

1er *Essai.* Le pivot chargé de 5 gros $\frac{1}{3}$, l'on a eu $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{2400}$;

2e *Essai.* Le pivot chargé de 16 gros $\frac{1}{3}$ a donné $\frac{b^2}{X}$ . . . . $\frac{1}{1550}$.

Je n'ai pas cru nécessaire de faire un plus grand nombre d'expériences avec des plans de grenat dont la surface n'est jamais aussi homogène que celle du verre, et dont les différens points placés successivement sur la pointe d'un pivot, donnent, dans les expériences, des quantités de frottement qui ne sont pas les mêmes. L'on éprouve la même variété avec des plans d'agate; c'est ce qui m'a obligé de m'en tenir à déterminer les loix du frottement des pivots sous différentes pressions, avec des plans de verre bien polis, qui donnent des frottemens plus considérables que

le grenat et que l'agate, mais plus de régularité dans les résultats.

Résultat des Expériences 7, 8 et 9.

21. Nous avons vu, *art.* 4, que le *momentum* du frottement des pivots étoit par la formule

$$A = \frac{b''}{2X} \int \frac{\mu r^2}{a}.$$

Dans les expériences qui précédent, $\int \frac{\mu r^2}{a}$ est composé de deux parties ; la masse de la fourchette, et celle des deux pièces de métal a et b attachées aux deux extrémités de cette fourchette, et ayant un rayon de 12 lignes pour leur distance à l'axe de rotation.

La fourchette pèse $1\frac{1}{3}$ gros ; le demi-cercle kfh a à peu-près 3 pouces de développement ; les deux branches kb, ka, ont chacune 3 pouces ; ainsi le demi-cercle pèse $\frac{4}{9}$ gros ou 0,44 ; les deux branches vertiles ka, hb ayant même rayon que les plaques de métal pèsent 0,89 gros ; ainsi g étant la force de la gravité, l'on a pour le demi-cercle qui forme le sommet de la fourchette (1) $\int \frac{\mu r^2}{a} = \frac{0{,}22 \text{ gros. } 12 \text{ lig.}}{g}$, pour les deux branches $\int \frac{\mu r^2}{a} = \frac{0{,}89 \text{ gros. } 12 \text{ lig.}}{g}$, et pour toute

(1) Pour déterminer par le calcul la valeur de $\int \frac{\mu r^2}{a}$ répondant à un demi-cercle ASA' (*fig.* 5), suspendu sur le pivot CS. Soit $Sm = s$, $Sq = x$, $qm = y$, le rayon $CA = a$, l'on aura $\frac{\mu r^2}{a} = \frac{dsy^2}{a}$, mais dans un cercle $dsy = adx$: ainsi $\frac{\mu r^2}{a} = ydx$; et $\int \frac{\mu r^2}{a}$ sera par conséquent pour la moitié du cercle ASA égal à la moitié de l'aire du cercle entier ; ainsi cette quantité $\int \frac{\mu r^2}{a} = \frac{ASA' . AC}{2}$. Mais comme ici le fil de laiton qui forme le demi-cercle ASA, pèse 0,44 gros, la masse de ce laiton sera représentée par son poids, divisé par la force de gravité g. Ainsi $\int \frac{\mu r^2}{a} = \frac{0{,}22 \text{ gros. } 12 \text{ lignes}}{g}$.

la fourchette $\int \frac{\mu r^2}{a} = \frac{1,11 \text{ gros. } 12 \text{ lignes}}{g}$, quantité qu'il faut ajouter dans chaque expérience à la quantité $\int \frac{\mu r^2}{a}$ donnée par le poids des pièces *a* et *b*.

Ainsi, dans la septième expérience, où les deux pièces de métal pèsent ensemble 4 gros, l'on aura

$$\int \frac{\mu r^2}{a} = \frac{5,11 \text{ gros. } 12 \text{ lignes}}{g}.$$

Pour la huitième expérience, où les deux plaques pèsent ensemble 15,33 gros, l'on aura

$$\int \frac{\mu r^2}{a} = \frac{16,44 \text{ gros. } 12 \text{ lignes}}{g}.$$

Dans la neuvième expérience, les quatre plaques réunies pèsent ensemble 30,67 gros, $\int \frac{\mu r^2}{a} \ldots\ldots \frac{31,78 \text{ gros. } 12 \text{ lig.}}{g}$.

Ainsi, en substituant dans la formule $A = \frac{b^2}{2X} \cdot \int \frac{\mu r^2}{a}$, la valeur moyenne de $\frac{b^2}{X}$, tirée de nos expériences, et celle de $\int \frac{\mu r^2}{a}$ que nous venons de calculer, nous aurons :

7e *Exp.* Le pivot chargé de 5,33^gros^. . $A = \frac{1}{2.1151} \cdot \frac{5,11 \text{ gros. } 12 \text{ lig.}}{g}$.

8e *Exp.* . . . . 16,66 . . . . $\frac{1}{2.816} \cdot \frac{16,44 \text{ gros. } 12 \text{ lig.}}{g}$.

9e *Exp.* . . . . 32 . . . . $\frac{1}{2.657} \cdot \frac{31,78 \text{ gros. } 12 \text{ lig.}}{g}$.

Ainsi, si nous supposons que le *momentum* du frottement est comme la puissance *m* de la pression, et si nous comparons les trois résultats qui précèdent, nous aurons les proportions suivantes, dont il faut tirer la valeur de *m*,

7e et 8e *Exp.* $\overline{16,66}^m : \overline{5,33}^m :: \frac{16,44}{816} : \frac{5,11}{1151}$.

7e et 9e *Exp.* $\overline{32,00}^m : \overline{5,33}^m :: \frac{31,78}{657} : \frac{5,11}{1151}$.

De la première proposition, l'on tirera $m = 1,328$;
de la 2ᵉ . . . . $= 1,333$;

$2,661.$

En prenant une moyenne . . . . . $m = 1,33 = \frac{4}{3}$.

REMARQUE.

22. Toutes les fois que nous avons employé des pointes de pivot qui formoient des angles de plus de 20 degrés, nous avons eu, ainsi que nous venons de le trouver, le *momentum* du frottement égal à la puissance $\frac{3}{4}$ de la pression : ce résultat a eu également lieu, à quelques irrégularités près dont nous avons donné la raison, pour les plans d'agate, pour ceux de grenat, pour ceux de verre, ainsi que pour les lentilles de verre de 3 à 4 lignes de rayon et au-dessus. Lorsque ces lentilles sont faites avec soin, il paroît que le frottement n'est pas sensiblement augmenté par leur courbure, et elles donnent à peu-près le même *momentum* de frottement que les plans de verre. Les chappes coniques, telles que celles que l'on emploie pour soutenir les aiguilles de boussole, ont toujours donné un *momentum* de frottement plus grand que les plans de la même matière. Mais, sous différentes pressions, ce *momentum* a suivi souvent les mêmes loix que les plans; quelquefois cependant l'irrégularité de la courbure de la chappe a fait varier le résultat des expériences, de manière à ne pouvoir en rien conclure : lorsque l'on a chargé successivement une pointe de pivot taillée sous un angle de 7 à 8 degrés; le *momentum* du frottement n'a presque jamais suivi un rapport moindre que la puissance $\frac{3}{2}$ de la pression Il arrive même quelquefois, lorsque la pointe est très-fine et la pression considérable, que cette pointe se plie ou se rompt, ce qui donne des irrégularités qui ne sont plus soumises à aucunes loix.

II.

Il faut encore remarquer que lorsque les pivots ont été soumis à beaucoup d'expériences sous de fortes charges, et que l'on se sert ensuite de ces mêmes pivots pour de nouvelles expériences sous des charges plus légères, pour lors l'on trouve que le *momentum* des pressions est à peu-près proportionnel aux charges. C'est ce que la théorie indique, comme nous le verrons tout-à-l'heure.

Enfin, la dureté du plan qui sert de chappe, la dureté du pivot, et la nature de l'acier dont il est formé, paroissent influer beaucoup sur la valeur du *momentum* du frottement. Parmi plusieurs aiguilles tirées du même paquet, de la même grosseur, et auxquelles j'avois donné une trempe et un recuit communs, il y en eut qui, quoique taillées sous le même angle, donnèrent constamment un *momentum* de frottement plus grand que les autres : il n'y a au surplus que l'expérience et le tâtonnement qui m'ait pu jusqu'ici faire distinguer les aiguilles propres à servir de pivots.

Application de la théorie aux résultats des expériences qui précèdent.

23. Nous avons déja donné les détails de cette théorie, *pages 330 et suivantes, neuvième volume des Savans étrangers*. Nous allons développer ici de nouveau la partie de cette théorie qui est le plus immédiatement applicable aux résultats des expériences qui précèdent.

Que le plan *a b*, *fig.* 2, représente la section horizontale d'un pivot, sur laquelle porte le corps qui tourne autour du centre C. Le cercle de contact étant représenté en *a b* n° 2, il est clair que dans la supposition actuelle où deux plans sont en contact, chaque point *m* du cercle de contact éprouvera une pression égale à celle des autres points; et si l'on augmente la charge ou la pression totale, la pression de chaque point augmentera proportionément à la charge entière. Ainsi, comme nous avons trouvé par l'expérience,

Xme vol. des Savans étrangers, que le frottement des corps qui glissent l'un sur l'autre, est toujours proportionnel aux pressions. Si l'on nomme p la pression d'un point quelconque m, $\frac{p}{n}$ sera le frottement qui resulte de cette pression, n étant une quantité constante.

L'on aura de plus, en multipliant la pression p de chaque point par la surface du cercle de contact aeb, une quantité égale à la pression entière, ou au poids P qui représente la charge du pivot. Ainsi si l'on fait r le rayon du cercle de contact, c le rapport de la circonférence au rayon, l'on aura,

$$\mathrm{P} = p\,\frac{c\,r^2}{2};$$

mais si l'on veut avoir le *momentum* du frottement, l'on trouvera que le *momentum* du frottement pour une surface élémentaire en m, est représenté par $\frac{p.\ m.\ cm}{n}$, faisons, *fig.* 2, n° 2 $bb' = ds$, $cm = x$, nous aurons $m\mu = \frac{x\,ds}{r}$, et le *momentum* du frottement en m pour la petite surface élémentaire $mm'\ \mu\mu'$, seront par conséquent $\frac{p\,xx\,dx\,ds}{n\,r}$; d'où résulte pour le *momentum* entier de la surface en contact, la quantité $\frac{p\,c\,r^3}{3\,n}$. Nous venons de voir que la pression entière P étoit égale à $\frac{p\,c\,r^2}{2}$; ainsi le *momentum* du frottement sera représenté par la quantité $\frac{2\,c\,\mathrm{P}\,r}{3\,n}$.

Ainsi, toutes les fois que la section du pivot sera une quantité invariable, les *momentum* du frottement seront proportionnels aux pressions. Ce résultat se trouve conforme à l'expérience ; car toutes les fois que la pointe d'un pivot avoit été soumise à une forte pression qui avoit écrasé et usé cette pointe ; l'on trouvoit sous les petites charges les *momentum* du frottement de ce même pivot, proportionnels aux pressions.

24. Si au lieu de déterminer les *momentum* du frottement, en supposant que sous tous les degrés de pression la surface du contact est la même, l'on cherchoit, d'après la cohérence où la compressibilité des parties du pivot supposées données, et égale pour tous les points, quelle seroit, sous divers degrés de compression, l'étendue de cette surface, pour que la pression de chaque point fût égale à la cohérence de ce point, l'on tireroit de l'équation $\frac{pcr^2}{2} = P$, $r = \left(\frac{2P}{cp}\right)^{\frac{1}{2}}$, et en substituant cette valeur de r dans la formule $\frac{2cPr}{3n}$ qui, d'après l'article précédent, exprime le *momentum* du frottement, l'on aura $\left(\frac{c}{p}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{(2P)^{\frac{3}{2}}}{3n}$; ainsi toutes les fois qu'en faisant varier la pression P l'on supposera le rayon du cercle de contact tel que la pression p de chaque point, soit une quantité constante, égale à la cohérence, l'on aura le *momentum* du frottement proportionel à la puissance $\frac{3}{2}$ de la pression P, ou de la charge du pivot; c'est-à-dire que dans une expérience où l'on placeroit d'abord un poids très-léger sur la pointe d'un pivot très-fin, et dont les points de l'extrémité conique se romproient peu-à peu jusqu'à ce qu'ils formassent un cercle de contact suffisant pour que la cohérence des parties fût égale à la pression qu'elles éprouvent. Le nombre des points de contact seroit nécessairement proportionel aux poids, et le *momentum* du frottement d'un pareil pivot, en augmentant peu-à-peu sa charge, seroit proportionel à la puissance $\frac{3}{2}$ de la pression; c'est effectivement ce que l'expérience confirme; car toutes les fois que l'on emploie des pivots très-aigus et trempés très roide, le *momentum* du frottement augmente dans un rapport plus grand que la puissance $\frac{4}{3}$ de la pression, que nous avons trouvé, par l'expérience, être celui des pivots obtus.

25. Lorsqu'on donne à l'extrémité du pivot la forme d'un

angle obtus, pour lors le sommet du pivot peut être regardé comme l'extrémité d'un cône ou d'un solide de révolution, dont chaque point est comprimé par des forces moindres que la cohérence de ce point, et résiste par son élasticité. Le calcul du *momentum* des frottemens, doit se faire de la manière qui va suivre.

Il a été prouvé *dans les Mémoires de l'Académie pour* 1784, *page* 386, par des expériences décisives, que lorsqu'un corps étoit pressé ou tiré, les compressions ou les dilatations de chaque point étoient proportionnelles aux pressions et tractions, tant que les forces qui tirent ou qui compriment chaque point, sont moindres que leur cohérence. Ainsi si *fig.* 3 n°. 1, Bfb représente la courbe génératrice de l'extrémité du pivot, ou la courbe dont la révolution autour de l'axe fc' forme le solide de révolution qui termine le pivot; si cette pointe est pressée par le plan Aa supposé inflexible, et dont le centre de gravité est en f, la pointe, quelle que soit sa figure, sera applatie, suivant un plan droit représenté à la coupe verticale par Bb, et au plan *fig.* 3 n° 2, par le cercle Bkb.

Mais puisque l'on peut supposer la compression de chaque point, proportionnelle à la quantité dont ce point a été déplacé, la pression du point f sera représentée par fc', celle du point π par πm, celle du point b sera nulle. Ainsi, en nommant $\pi m, y$, la pression du point π sera représentée par φy, φ étant un coëfficient constant relatif à la dureté du pivot; faisant à présent *fig.* 3 n° 2, $Cm = x$, $mm' = dx$, $Cb = r$, $bb' = ds$; l'on aura, par la pression entière qu'éprouve le cercle Bkb, la quantité $\int \varphi\, y.\, mm'.\, m\mu$, qui doit être égale à la pression totale P; ainsi $\int \varphi \frac{y\, dx\, x\, ds}{r} = P$, et si le frottement des corps qui glissent est, comme l'expérience le prouve, dans un rapport constant n avec la pression, la somme des *momentum* du frottement du cercle de contact Bkb sera $\int \varphi \frac{y\, x\, x\, ds\, dx}{nr}$.

Pour intégrer ces deux quantités, il faut substituer à la place de y sa valeur donnée par la figure du pivot; supposons que cette figure soit celle d'un cône obtus, comme dans les expériences VII, VIII et IX, qui nous ont servi à déterminer suivant quelle loi le *momentum* du frottement varioit relativement aux pressions. Faisons, *fig.* 3, n°. 1, $C'b = r$; $fc = br$; nous aurons $\varphi m = y = b(r - x)$; ainsi la somme de pression du cercle de contact représentée *fig.* 3, n° 2, aura pour expression $\int \varphi \frac{x\,dx\,ds}{r} b(r - x)$; cette quantité étant intégrée pour le cercle entier, en faisant C le rapport de la circonférence ou rayon, est égale à $\varphi \frac{br^3}{6}$, qui exprime par conséquent la somme des pressions qu'éprouve la pointe comprimée du pivot. Ainsi si P est la charge du pivot, l'on aura $P = \varphi' \frac{bcr^3}{6}$.

Le *momentum* du frottement dont nous avons trouvé la valeur élémentaire à l'article qui précède, représenté par $\frac{\varphi y x^2 dx\,ds}{nr}$, deviendra pour le cône $\frac{\varphi x^2 dx\,ds}{nr} b(r - x)$, et cette quantité intégrée pour tout le cercle du contact, sera égale à $\frac{Cb\varphi r^3}{6} \frac{r}{2n}$, dans laquelle, si l'on substitue à la place de r sa valeur $\left(\frac{6P}{Cb\varphi}\right)^{\frac{1}{3}} P^{\frac{1}{3}}$, prise d'après l'équation que vient de nous donner la pression, l'on aura le *momentum* du frottement représenté par la formule,

$$\frac{1}{2n}\left(\frac{6}{Cb\varphi}\right)^{\frac{1}{3}} P^{\frac{4}{3}}.$$

Ainsi, lorsque l'on fera porter un poids sur un pivot conique, dont la pointe se comprimera sans se rompre, le *momentum* du frottement sera sous différentes charges, proportionnel à la puissance $\frac{4}{3}$ de la pression : or, nous avons trouvé exp. VII, VIII, et IX, et par les résultats calculés de ces expériences, que le *momentum* sur la pointe des cônes obtus, étoit comme la puissance 1,33 des pressions,

quantité exactement la même que celle que vient de nous donner la théorie.

L'on peut voir dans le *IXe volume des Savans étrangers*, une théorie assez étendue des mêmes frottemens, lorsque la pointe du pivot a une forme autre que la figure conique. Si elle étoit telle qu'à la *figure* 3, où la naissance de la courbe de révolution forme à son sommet *f* un angle droit avec l'axe *fc* du pivot ; et s'il n'y avoit qu'une très-petite partie de la courbe de comprimée, l'on trouveroit les *momentum* des frottemens, sous différents degrés de pressions, proportionels à la puissance $\frac{5}{4}$ des pressions ; puissance moyenne entre celle où le pivot est terminé par un cercle invariable sous toutes les pressions, et celle où il est terminé par l'angle d'un cône obtus : ce qu'il étoit aisé de prévoir par le simple raisonnement.

RÉCAPITULATION.

26. En récapitulant les principaux objets de ce Mémoire; l'on trouve :

1°. Que le frottement des pivots est indépendant des vitesses, et qu'il est comme une fonction de la pression.

2°. Que le frottement du grenat est moindre que celui de l'agate, celui-ci moindre que celui du verre ; mais que le frottement des différentes parties d'un plan de verre poli, est moins irrégulier.

3°. Que la figure de la pointe du pivot, plus ou moins aigue, influe sur la quantité du frottement, ensorte que lorsque j'ai fait pirouetter sur la pointe d'une aiguille un corps pesant plus de 5 ou 6 gros, l'angle le plus avantageux de cette pointe m'a paru être de 30 à 45 degrés ; sous un moindre poids, l'on peut diminuer progressivement cet angle, sans que le frottement augmente d'une manière bien sensible : il peut même, sans un grand inconvénient, avec

de bon acier, être réduit à 10 à 12 degrés, lorsque la charge ne passe pas 100 grains. Observation importante dans la suspension des corps légers sur des chappes.

4°. Lorsque l'on a voulu déterminer la loi du frottement des pivots sous différens degrés de pression, l'on a trouvé que pour un pivot du meilleur acier bien trempé, recuit au premier degré de ressort, la pointe en côno taillée à 45 degrés, le *momentum* du frottement étoit comme la puissance $\frac{4}{3}$ de la pression; que lorsqu'un pivot taillé sous un angle quelconque, avoit été chargé d'un poids beaucoup plus considérable que ceux que l'on mettoit ensuite en expérience sur ce même pivot, le frottement étoit pour ces derniers corps, à-peu près comme la pression. La théorie et l'expérience se sont trouvés exactement d'accord ensemble.

5°. Toutes les chappes que j'ai pu me procurer des meilleurs ouvriers, m'ont paru avoir beaucoup d'irrégularité dans leur concavité, le *momentum* de leur frottement sous des pressions de cinq on six gros et au-delà, est toujours beaucoup plus considérable, et quelquefois triple et quadruple que celui d'un plan bien poli, de la même matière que ces chappes; enfin, pour soutenir ces chappes, il faut que la pointe des pivots soit taillée sous un angle moindre que pour soutenir un plan.

MÉMOIRE

Sur un voyage fait dans les ports de guerre de l'Océan, pour y établir des paratonnerres, et en faire placer sur les vaisseaux.

PAR JEAN-BAPTISTE LEROY.

Lu à l'Académie en novembre 1787.

QUELQUE connoissance que l'on ait de l'histoire des découvertes et des inventions, qui font la gloire des sciences; on est toujours étonné en voyant les obstacles que leur opposent l'ignorance, les préjugés, et l'envie, et combien il faut de temps pour qu'elles en triomphent. . . . La postérité aura de la peine à croire que l'identité de la matière électrique, et de la matière fulminante, ayant été découverte en France, et connue dans la capitale (1), nous ayons été si long-temps avant d'adopter l'usage des paratonnerres, qui n'en sont qu'une conséquence nécessaire : cependant rien n'est plus certain.

Cette lenteur à profiter d'une nouveauté aussi utile, forme un contraste vraiment remarquable avec la rapidité des progrès de l'électricité, dans les années précédentes.

En effet, à peine étoit-on encore parvenu en 1735, à rendre le feu électrique sensible; et dix sept ans après, ou en 1752, on fond les métaux, et on foudroye les animaux par l'électricité; enfin on vérifie la conjecture hardie

(1) Cette découverte fut faite, en mai 1752, à *Marly-la-Ville*, village sur la route de Flandres, à quelques lieues de Paris. On en trouvera les détails dans le Mémoire *sur la nécessité et les moyens d'armer les édifices de paratonnerres*, qui est imprimé dans ce volume.

de

de *Gray*, où on reconnoit la parfaite identité du feu électrique avec celui de la foudre; tandis qu'il faut ensuite trente ans pour que nous adoptions les moyens de préserver les édifices du tonnerre, qui n'en sont qu'une suite.

Mais, quoi qu'il en soit, on ne peut s'intéresser aux progrès des sciences, qu'on n'apprenne avec satisfaction que cet utile préservatif de la foudre a été employé dans nos ports pour mettre à l'abri du feu du ciel, des endroits où le feu est si fort à craindre. C'est ce qui m'a déterminé à rendre compte à l'Académie, dans cette assemblée, du voyage que j'ai fait à ce sujet dans les ports de Brest, de l'Orient, et de Rochefort. Je n'aurois pas attendu à ce moment à m'acquitter de ce devoir, si une circonstance ne m'en avoit comme fait une loi. En effet, l'établissement des paratonnerres sur les vaisseaux formant, comme on le verra dans un moment, un des principaux objets de ce voyage; j'ai pensé que je devois imiter la sage lenteur que l'Académie se prescrit, et ne l'en entretenir que lorsque j'aurois été pleinement convaincu, par un nombre suffisant d'épreuves de ces paratonnerres à la mer, qu'ils étoient, par la construction que je leur avois donnée, et par la manière dont je les avois établis sur les vaisseaux, dans le cas de remplir complètement leur objet. Or, on concevra sans peine qu'il falloit un temps considérable pour que je pusse avoir la-dessus les assurances que je desirois; mais il faut en venir à mon voyage.

J'avois entretenu plusieurs fois le ministre de la marine, et de l'utilité des paratonnerres pour préserver les édifices de la foudre, et de la nécessité d'en faire mettre sur les vaisseaux, pour les garantir également de ses ravages; lorsque ce ministre, sans cesse occupé de ce qui pouvoit être utile à son département, forma le projet d'en faire établir dans les ports. Et m'ayant fait l'honneur de me confier l'exécution de ce projet, il me donna des ordres pour me rendre à Brest dans l'automne de 1784; ce port étant le plus considérable

des ports de guerre qui sont sur l'Océan, et celui où cet établissement étoit le plus nécessaire.

Je devois, pour remplir ses intentions, non-seulement faire mettre des paratonnerres sur les principaux édifices de Brest, mais encore en tenter l'établissement sur les vaisseaux, conformément à la proposition que je lui en avois faite, et qu'il avoit approuvée.

On ne peut voir le port de Brest sans être frappé d'admiration, en contemplant cette multitude de vaisseaux de guerre qu'il renferme, et le grand nombre de magasins qui le bordent de toutes parts; mais en même temps on ne peut se défendre d'un vif sentiment de crainte, en pensant aux ravages affreux que le feu peut y faire, et dans un instant. Aussi je ne l'eus pas plutôt parcouru, que je sentis encore davantage de quelle importance il étoit de le mettre à l'abri des accidens de la foudre, accidens d'autant plus dangereux, que l'on n'en apperçoit souvent les funestes effets que lorsqu'il n'est presque plus possible d'y remédier.

Le ministre avoit eu la bonté de prévenir de mon arrivée le commandant de Brest, et cet officier général avoit donné les ordres les plus étendus pour que je trouvasse dans le port toutes les facilités nécessaires pour remplir ma mission.

Afin d'en faciliter l'exécution, ce ministre m'avoit permis de faire venir à Brest le citoyen Billiaux, avantageusement connu de l'Académie, pour que cet artiste, dont je connoissois l'intelligence et la capacité, put faire placer les paratonnerres de ce port sous ma direction, comme il avoit fait ceux de la galerie du Louvre et de Belle-Vue.

Mon premier soin fut d'en faire mettre sur deux magasins à poudre, situés l'un à l'entrée du port, l'autre vers le fond. Il me parut essentiel de préserver d'abord du tonnerre des édifices où ses ravages pouvoient être si funestes.

Je ne sais si je dois dire, comment cette nouveauté fut reçue à Brest, et la sensation qu'elle y fit; mais il me semble que ce que l'on doit à la vérité m'en fait une loi : d'ailleurs,

les difficultés qu'elle y rencontra sont des traits qui ajoutent encore à ce que j'ai dit des obstacles qu'éprouvent toujours les choses les plus utiles, avant d'être adoptées.

Je dirai donc qu'elle fût on ne peut pas mieux accueillie par tous les officiers instruits de ce département, où ils sont en si grand nombre; mais qu'elle n'eût pas le même succès auprès de plusieurs autres personnes, qui firent contre les paratonnerres toutes ces objections frivoles et puériles qu'on a entendu répéter cent et cent fois. Je n'en fus pas étonné, j'y étois accoutumé; mais ce qui me surprit beaucoup, je l'avouerai, c'est que des gens qui devoient naturellement avoir plus de connoissances sur ce sujet, portassent les choses au point d'écrire et de donner des alarmes sur ce moyen de garantir les édifices de la foudre, dont j'avois démontré l'utilité et les avantages depuis long-temps, et qui avoient été confirmés par les suffrages des Académies les plus célèbres de l'Europe.

Mais ne m'arrêtant pas plus à ces choses qu'elles ne le méritoient, je pensai seulement, qu'afin de dissiper les nuages qui pouvoient rester encore dans l'esprit de quelques personnes sur ce préservatif de la foudre, je devois, par un exposé précis et fort simple, faire mieux connoître, ce que c'étoit précisément qu'un paratonnerre, et les phénomènes qui démontroient la sûreté de ses effets d'une manière incontestable : c'est ce que je fis dans un Mémoire que j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie. Le Mémoire eut le succès que j'en espérois; car non-seulement il acquit dans le port de Brest de nouveaux partisans aux paratonnerres, mais encore dans plusieurs autres villes, où j'ai passé dans mon voyage.

Pendant que je continuois d'en faire établir sur les différens édifices de ce port, je m'occupois du second objet de ma mission, je veux dire d'en armer les vaisseaux; car s'il est important de garantir du tonnerre un édifice, il l'est encore bien plus d'en préserver un vaisseau. En effet, les

risques que l'un et l'autre courent, lorsqu'ils sont frappés de la foudre, ne peuvent se comparer ; ils sont beaucoup plus grands pour le dernier que pour le premier, par la difficulté des secours ; et le danger des marins, qui montent un vaisseau, est tout différent de celui des personnes qui habitent un édifice.

On ne peut en effet penser, sans frémir, aux suites affreuses que peut avoir un seul coup de tonnerre sur un vaisseau. Un capitaine hollandois, dont le bâtiment étoit dans la rade de *Batavia*, se disposoit à partir, lorsqu'on apperçut une nuée noire qui se formoit au-dessus de l'isle, et qui paroissoit s'avancer vers la mer. A peine avoit-on senti le vent qui venoit de ce côté-là, et eut-on apperçu la nuée qui arrivoit, qu'on entendit un violent coup de tonnerre, et qu'on vit le feu à une grande voile de ce bâtiment. Cette voile, qui étoit fort sèche, s'emflammant avec rapidité, porta dans l'instant le feu au gréement, qui le communiquant de même aux mâts, embrâsa bientôt tout le vaisseau. Peu de temps après, on vit sa partie supérieure sauter en l'air, et la coque, ou la partie inférieure, s'enfoncer dans la mer. Je pourrois citer beaucoup d'autres exemples, et non moins désastreux, de la chûte du tonnerre sur les vaisseaux. Cependant, on pourroit croire qu'ils y sont moins exposés que les édifices ; on se tromperoit. En effet, leurs mâts s'élevant en général fort haut, dominent par-là beaucoup plus tout ce qui les environnent, que la plupart des édifices, si on excepte les clochers et autres bâtimens fort élevés. Le mât d'un vaisseau de cent pièces de canon s'élève au-dessus du niveau de la mer, de plus de 180 pieds, hauteur presque aussi grande que celle des tours de Notre-Dame, et qui surpasse, au moins, de beaucoup celle du plus grand nombre des édifices.

De plus, les vaisseaux se trouvent isolés, ce qui les expose encore davantage à être foudroyés, comme il me seroit facile de le prouver si je ne craignois de trop m'étendre sur ce sujet. Enfin, ils parcourent différentes mers, mouillent dans

différentes rades, et se trouvent par-là dans des endroits où les orages sont très-fréquents; tandis que les édifices sont, dans plusieurs circonstances, défendus contre le tonnerre, par les objets qui les environnent, comme des bois, des côteaux, et des montagnes.

On voit ainsi évidemment qu'il est encore plus important, comme je l'ai avancé, de garantir les vaisseaux de la foudre, que les édifices. Cette raison fera bien paroître encore plus extraordinaire qu'on ait été si long-temps sans les armer contre le tonnerre; mais on ne doit pas en être plus étonné que du temps qu'on a été à placer des paratonnerres sur les édifices : c'est toujours la même cause qui a agi.

Cependant, il faut le dire, les Américains, par leur confiance dans l'illustre Franklin, leur compatriote, en ont mis sur quelques-uns de leurs vaisseaux, il y a déja nombre d'années; car en cela ils ont eu la gloire d'avoir été les premiers, comme dans l'établissement de ces préservatifs de la foudre sur les maisons et sur les édifices; mais cet usage ne s'est pas étendu, et d'ailleurs ceux qu'ils ont employés ne sont pas fixes et à demeure sur les cordages du vaisseau; on ne les met en place que quand on est menacé d'un orage. Cette manière de les employer est simple à la vérité; mais elle expose souvent à oublier le paratonnerre, lorsque dans la confusion qu'excite dans le vaisseau une tempête qui arrive inopinément, on n'est occupé que de sa conservation. Dans tout ce qu'on propose aux hommes, on ne peut avoir trop d'égard à leur caractère. Or, le plus grand nombre n'est rien moins que prévoyant, et sur-tout ne s'empresse guères de se servir des choses auxquelles il n'est pas accoutumé. Il est donc important de ne pas s'en fier aux marins en pareilles occasions; il faut les mettre dans le cas d'être garantis de la foudre par les paratonnerres, en quelque façon, sans qu'ils s'en apperçoivent, et c'est ce qui m'a déterminé à les établir sur les vaisseaux, d'une manière fixe

et durable. Mais avant d'entrer dans les détails nécessaires pour faire connoître de quelle manière je l'ai fait, il est à propos de parler de la construction d'un paratonnerre, et de la rappeller en peu de mots. On sait qu'il est composé essentiellement de deux parties; *de la pointe*, qui sert à déterminer la matière fulminante à se jetter dessus de préférence à tous les objets qui l'environnent, et *du conducteur* qui est employé à transmettre cette matière du haut en bas, dans l'eau ou dans la terre humide; ensorte qu'un paratonnerre n'est autre chose, à la lettre, qu'un canal de communication de la matière électrique, établi entre les nuages et l'eau, ou le réservoir commun de cette matière.

Il est clair par-là que le paratonnerre d'un vaisseau doit être composé des mêmes parties que celui d'un édifice ou d'un bâtiment, c'est-à-dire d'une *pointe* et d'un *conducteur*, et que ce qu'il y a particulièrement à déterminer, c'est la position qu'il faut lui donner sur ce vaisseau, et la manière dont il doit être formé ou construit; mais ces deux points ne laissent pas d'avoir leurs difficultés. Il faut, 1°. qu'il soit établi de manière qu'il ne gêne en aucune façon le service ni les manœuvres, et qu'il puisse, par sa construction, avoir toute la flexibilité nécessaire pour se prêter aux différens mouvemens du cordage sur lequel il est placé. Je connoissois assez les différentes parties d'un vaisseau pour me déterminer sur l'endroit où j'établirois le paratonnerre, et sur la construction que je devois lui donner. Cependant, comme dans un objet de cette importance, je ne pouvois réunir trop de lumières et prendre trop de conseils, je priai le ministre de vouloir bien écrire à MM. de l'académie de marine, afin que je passe leur faire part de mes idées, et me concerter avec eux sur les moyens les plus propres à remplir mon objet.

Je leur exposai donc, dans un mémoire fait à ce sujet, la manière dont je concevois que le paratonnerre devoit être construit, et établi sur le vaisseau. Je fis faire de plus un

petit paratonnerre qui fut mis sur un modèle de vaisseau, pour que ces MM. le voyant en place, pussent mieux juger et de la position que je me proposois de lui donner, et de la manière dont il devoit être fabriqué et arrangé.

Mes efforts ne furent pas infructueux; l'Académie de Marine déclara par un rapport en forme, que les moyens que j'avois proposés étoient très-praticables, et elle écrivit en conséquence au ministre.

Pendant qu'elle s'occupoit de l'examen de ces moyens, je m'occupois à faire faire un paratonnerre pour la gabarre l'*Etoile*, de 700 tonneaux, destinée pour l'Amérique, et commandée par M. *de Voutron*, lieutenant de vaisseau. Cet officier fort instruit, et qui sentoit toute l'utilité des paratonnerres, m'en avoit demandé un. Je m'empressai de le satisfaire, et on plaça sur cette gabarre un paratonnerre le 18 de novembre 1784; paratonnerre qui est le premier qui ait été établi à demeure, et sur un vaisseau françois.

Pour s'en former une idée, il faut se représenter sa pointe fixée sur le grand mât, et communiquant *métalliquement* avec le conducteur, attaché un peu au-dessous. Ce conducteur est formé d'une chaîne d'anneaux de cuivre rouge, descendant le long d'un cordage appellé *galhauban*, qui n'est employé qu'à affermir le mât de grand perroquet. De là, par des lames de métal, suffisamment épaisses, ce conducteur va communiquer à l'eau. On voit un modèle de ce paratonnerre sur le petit modèle de frégate qui est sous les yeux de l'assemblée.

Dans un objet de cette nature, il n'y a que l'expérience qui puisse nous faire connoître à quel point nous avons réussi dans les moyens que nous avons employés. Je n'avois point d'incertitude sur l'effet physique de ce paratonnerre; mais cela ne suffisoit pas, il falloit encore que je n'eusse rien à desirer sur la manière dont il résisteroit aux secousses et aux saccades inévitables dans les rafales et dans les gros temps. Je priai en conséquence et instamment M. de *Voutron*

de faire bien observer ce qui arriveroit à son paratonnerre, et de vouloir bien me mander, quand il en trouveroit l'occasion, comment il s'étoit comporté à la mer, et comment il avoit résisté à ces saccades que je craignois.

Je ne dissimulerai pas qu'il m'apprit par une lettre, que le paratonnerre avoit été cassé dans une tempête, et qu'il l'avoit fait racommoder.

Je profitai de cet avis pour changer quelque chose dans la construction. J'en fis même établir dans la suite qui étoient divisés dans leur route du haut en bas du mât, afin que quoique continus, ils n'éprouvassent pas de si grands mouvemens dans les gros temps, et qu'ils fussent plus en état d'y résister.

Mes efforts ont été assez heureux pour que ceux qu'on a établis dans la suite sur les vaisseaux, se soient parfaitement maintenus, comme j'aurai occasion de le dire dans un moment.

Je demande grace à l'assemblée qui me fait l'honneur de m'entendre, pour tous ces détails; mais j'espère qu'elle y verra au moins toutes les peines que j'ai prises pour réussir dans un objet aussi important; l'effet des paratonnerres n'étant pas équivoque, et la manière dont ils étoient construits et établis sur les vaisseaux, ne laissant plus d'incertitude sur leur durée; le ministre ordonna qu'on en armeroit désormais tous les vaisseaux destinés à faire des voyages de long cours. On en mit en conséquence sur plusieurs, et entr'autres, sur la frégate la *Résolution*, commandée par M. d'Entrecasteaux, qui partit pour l'Inde dans le printemps de 1785. On en plaça de même sur d'autres qui alloient en Amérique; enfin, on en mit sur *la Boussole* et l'*Astrolabe*, qui font actuellement le tour du monde (1).

Par une lettre que j'ai reçu depuis de M. Delamanon,

(1) Il est essentiel de remarquer que ceci est écrit en 1787.

embarqué

embarqué sur *la Boussole*, j'ai appris que les paratonnerres qui sont sur ces vaisseaux ont parfaitement bien résisté dans cette longue navigation, et n'ont souffert en aucune façon des grosses mers du cap de Horn (1).

Quelques jours après être arrivé à l'Isle-de-France, M. d'Entrecasteaux écrivit au ministre de la marine : *qu'il y avoit tout lieu de penser que le paratonnerre qui étoit sur sa frégate l'avoit garantie de la foudre pendant un orage qu'elle avoit essuyé aux approches de la ligne, et qui les enveloppoit de toutes parts.*

L'observation qu'on m'envoyat de Brest, paroît montrer d'une manière encore plus marquée, l'heureux effet d'un paratonnerre.

M. Girardin, commandant la frégate l'*Expériment*, étant parti de ce port, fut accueilli, à 15 ou 20 lieues au large, par un orage épouvantable, accompagné de beaucoup de tonnerre. Cet orage maltraita tellement la frégate, qu'elle fut obligé de rentrer à Brest ; mais quoique la foudre l'environnât sans cesse, et qu'elle tombât à une distance de cette frégate qui n'étoit pas de plus de 150 brasses, elle n'en éprouva aucun dommage. L'auteur de cette observation ajoute, que tous les gens de l'équipage furent entièrement persuadés que la frégate n'avoit été préservée des ravages de la foudre, qui éclatoit si fréquemment aux environs, que par le paratonnerre dont elle étoit armée.

Un fait curieux qui accompagne cette observation, et qui semble prouver que le paratonnerre a véritablement garanti cette frégate du tonnerre ; c'est qu'on vit à sa pointe

(1) J'ai reçu depuis la lecture de ce Mémoire, une lettre de M. Clonard, qui avoit succédé à l'infortuné M. de Langle dans le commandement de *l'astrolabe* Cette lettre m'a pleinement confirmé ce que m'avoit mandé M. Delamanon, sur la manière dont mes paratonnerres ont résisté dans toutes les grosses mers par où ont passé les vaisseaux de cette malheureuse expédition. Cette lettre de M. Clonard étoit datée du port Jackson, dans la Nouvelle-Holande, dernière relâche dont on a eu des nouvelles de M. de la Peyrouse.

des feux S. Elme, qui ne sont, comme on sait, que des feux électriques, et qui indiquoient sans équivoque le passage de la matière fulminante le long du conducteur.

Entraîné par ce que j'avois à dire sur les paratonnerres des vaisseaux, je dois revenir à ceux qu'on établissoit dans le port de Brest.

On avoit armé les magasins à poudre et une partie des édifices; j'en avois fait mettre sur la salle des spectacles, où ils sont si nécessaires qu'il est étonnant que les nôtres n'en ait pas encore; enfin, j'avois remis au commandant de Brest et à MM. de l'Académie de Marine, et le Mémoire dont j'ai parlé sur les paratonnerres des édifices, et un autre sur ceux des vaisseaux, que je me propose également de communiquer à la compagnie. Je me disposai en conséquence à partir pour l'Orient.

J'aurois plusieurs choses à dire sur les différens moyens que j'ai employés pour faire communiquer les paratonnerres à l'eau, et sur plusieurs autres circonstances; mais elles entraîneroient dans de trop grands détails.

Cependant on ne sera peut-être pas fâché de savoir que le nombre de paratonnerres des édifices de Brest ne se monte pas à 80, bien qu'ils soient armés de 165 pointes, par le soin qu'on a eu de ne pas multiplier les conducteurs.

Je ne m'arrêterai pas à parler de mes opérations dans le port de l'Orient, non plus que dans celui de Rochefort, je craindrois d'abuser de la patience de l'assemblée; je ne puis cependant m'empêcher de parler d'un fait qui a été observé à l'Orient, et qui a trait à l'objet de ce Mémoire.

Il y a dans ce port une tour appellée *la Tour des Signaux*, qui a cent pieds de hauteur, ou à-peu-près, et qui domine par-là beaucoup tous les bâtimens qui l'environnent. Il n'y a pas long-temps qu'elle a été bâtie; cependant elle a déja été foudroyée plusieurs fois; elle le fut même dans le temps que j'étois à Brest; et ce qu'il y a de remarquable, c'est que depuis que cette tour a été élevée, les bâtimens dont

j'ai parlé n'ont point été frappés de la foudre. On imagine bien que je n'ai pas manqué de la faire armer, et je ne doute pas qu'elle ne préserve encore plus exactement de la foudre, tout ce qui l'environne.

J'aurois fort desiré pouvoir aller à Toulon; mais mes affaires me ramenant à Paris, je règlai dans la suite tout ce qu'on devoit faire dans ce port pour en armer les édifices, d'après un projet qui me fut envoyé par le ministre de la marine. Il avoit été rédigé par M. de Sade, lieutenant de vaisseau, plein de connoissances et d'instructions. Cet officier, déja fort au fait de cette partie, avoit desiré et obtenu du ministre de pouvoir suivre tout ce qui se feroit à Brest pour en armer les édifices. Par ce détail, que j'ai abrégé autant qu'il m'a été possible, on voit que tous les ports de guerre sont aujourd'hui armés contre le tonnerre. Et quand on se représente les malheurs affreux que peuvent résulter du feu dans un port, où, dans peu de momens, des magasins immenses peuvent être réduits en cendres, et la France faire une perte de nombre de millions, on ne pourra s'empêcher de convenir que M. de Castries a rendu un service essentiel à la Marine, en prévenant tous les malheurs de cette espèce, qui peuvent arriver par le feu du ciel.

On a vu dernièrement dans la Gazette de France, à l'article *de Carthagène*, du 16 septembre de cette année, comment un paratonnerre établi sur un magasin à poudre de cette ville nommé *le Saint-Philippe*, a préservé ce magasin des ravages de la foudre, et peut-être même sauvé la ville entière d'une ruine totale.

En vain voudroit-on élever des doutes sur cet heureux effet du paratonnerre; *sa pointe*, qui a été fondue de cinq à six pouces, le *conducteur*, qui a été endommagé en quelques endroits, en sont des preuves trop incontestables.

Il y a déja long-temps que je l'ai dit, plus les paratonnerres se multiplieront, plus les effets, que le temps produit

toujours, montreront les avantages sans nombre d'un moyen aussi simple de préserver nos bâtimens de la foudre, et que, malheureusement, nous avons été si long-temps à adopter (1).

---

(1) A l'instant où j'envoie ce Mémoire à l'impression, en octobre 1793, (vieux style) un de mes parens, instruit et résident à l'Orient, m'apprend que les paratonnerres sont actuellement très-communs sur les vaisseaux, et que les journaux de plusieurs bâtimens, prouvent évidemment combien ils leur ont été utiles dans des tempêtes, en les préservant des effets de la foudre ou du tonnerre.

MÉMOIRE
SUR LA
COMBUSTION DU GAZ HYDROGÉNE
DANS DES VAISSEAUX CLOS.

Lu à l'Académie le 21 mai 1790

PAR FOURCROY, VAUQUELIN ET A. SÉGUIN.

LE travail que nous venons soumettre au jugement de l'Académie, Fourcroy, Vauquelin et moi, a été entrepris dans la vue de déterminer, avec encore plus d'exactitude qu'on ne l'avoit fait jusqu'alors, la proportion des principes qui constituent l'eau dans son état de pureté.

§. PREMIER.

Observations sur les gazomètres que nous avons employés.

Nos gazomètres ressembloient, à très-peu-près, à ceux qui ont été imaginés par Meusnier et Lavoisier.

D E, *fig.* 1, *pl.* 1, est un grand fléau de balance de 3 pieds de longueur, plus ou moins, suivant que les gazomètres sont plus ou moins grands; à chacune de ses extrémités est solidement fixée une portion d'arc de cercle.

Ce fléau, construit en fer, en cuivre, même en bois, n'a pas de couteaux comme les balances ordinaires, mais

seulement, pour les remplacer, de petits cylindres d'acier F qui posent sur des roues mobiles d'un grand diamètre : ces roues, construites en fer ou en cuivre, sont garnies de bandes de cristal de roche aux endroits qui supportent les cylindres du fléau.

A la partie supérieure N de l'arc de cercle N O, est suspendu un plateau de balance P ; à la partie supérieure de l'arc de cercle M Q, est suspendu le cylindre A, construit en cuivre ou en fer blanc.

Ce cylindre, ouvert à la partie inférieure et fermé à la partie supérieure, est reçu dans un autre cylindre B, ouvert à la partie supérieure, fermé à la partie inférieure, également construit en cuivre ou en fer blanc, et dont le diamètre est de 2 ou 3 pouces plus grand que celui du cylindre intérieur.

Au milieu de ce dernier s'élève perpendiculairement le tuyau *s t*, (*fig.* 2) qui excède un peu ses bords. Lorsque le cylindre intérieur touche le fond du cylindre extérieur, ce tuyau entre d'un pouce environ dans la partie conique B qui forme une portion du cylindre intérieur.

Ce premier tuyau communique en *i*, (*fig.* 3), avec quatre autres tuyaux qui traversent le cylindre extérieur.

Le premier, désigné par les chiffres arabes 1, 2, 3, 4 et 5 (*fig.* 1re), est composé de deux morceaux ; l'un, terminé par le robinet 2, est fixé sur le cylindre extérieur ; l'autre, désigné par les chiffres 3, 4 et 5, se visse, d'un côté sur le robinet 2, et de l'autre sur la partie supérieure de la cloche V.

Le second, représenté par les chiffres 6, 7, 8, 9, 10 et 11, est de même composé de deux morceaux ; l'un, qui se termine en 7, est fixé au cylindre extérieur ; l'autre, qui se visse en 7 sur le premier, se termine tout près de la planche sur laquelle repose la cloche V.

Le troisième, désigné par les nombres 12, 13, 14 et 15,

est destiné à conduire où l'on veut le *fluide permanent* contenu dans le cylindre intérieur. (1).

Le quatrième enfin est mastiqué en 19 avec le tube de verre recourbé 20, 21 et 22, également mastiqué en 23 avec le tuyau de cuivre K qui communique avec l'intérieur du cylindre extérieur.

Dans ce tuyau K est encore mastiqué un autre tube de verre 16, 17 et 18, ouvert à sa partie supérieure, et assez élevé pour surpasser les bords du cylindre extérieur.

Entre ces deux tubes de verre, est une bande de cuivre divisée en pouces et en lignes.

Notre second gazomètre étoit parfaitement semblable à celui-ci, avec cette seule différence, qu'en observant le tube 20, 21 et 22 (*fig.* 1re), le bassin étoit à droite, et le cylindre à gauche.

Les cylindres intérieurs de nos gazomètres contenoient chacun près de deux mille pouces cubes, ou, ce qui revient au même, un peu plus d'un pied cube.

Pour éviter toute confusion, nous les avons distingués par des signes conventionnels ; nous avons désigné par la lettre A celui dont le bassin étoit à la droite de la personne qui observoit le tube 20, 21 et 22; et par la lettre B,

---

(1) Je divise tous les corps de la nature en *solides*, *liquides* et *fluides* ; les liquides n'ont éprouvé qu'un changement d'état, les fluides en ont éprouvé deux. Je partage ensuite les fluides en deux sections ; l'une comprend ceux qui se liquéfient à quelques degrés au-dessous de la température ordinaire de l'atmosphère ; l'autre comprend les fluides que la soustraction de toute la quantité de calorique que nous pouvons leur enlever, ne suffit pas pour liquéfier. Je me sers dans le premier cas de l'expression *fluides non-permanens*, et dans le second de l'expression *fluides permanens*. Je sous-divise ensuite ces derniers en deux autres sections; dans l'une je renferme ceux qui sont respirables, et dans l'autre ceux qui ne le sont pas ; je donne le nom d'*air* à la première section, et je désigne par le mot *gaz* ceux qui composent la seconde. On peut, au surplus, sans rien changer à cette division, se servir de l'expression *fluide aëriforme*, comme synonime de l'expression *fluide permanent*, en observant cependant qu'à la rigueur elle est moins exacte.

celui dont le bassin étoit à la gauche du même observateur.

Le gazomètre A contenoit le gaz hydrogène, et le gazomètre B contenoit l'air vital.

§. II.

Point de vue sous lequel on doit considérer les gazomètres.

Les gazomètres de Lavoisier et Meusnier, sont de véritables balances. Si donc le cylindre extérieur ne contient pas d'eau, le côté du fléau qui comprend le cylindre intérieur, en le supposant plus lourd que celui qui comprend le bassin, doit nécessairement descendre jusqu'à ce que les deux cylindres soient en contact. Mais si, dans la même supposition, le cylindre extérieur est plein d'eau, alors de deux choses l'une, ou le tuyau intérieur *s t* (*fig.* 1re), communiquera, et avec l'air environnant, et avec le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur, où il ne communiquera seulement qu'avec ce dernier : dans le premier cas, le cylindre intérieur chassera, à raison de son poids, le fluide permanent qu'il renferme, et s'enfoncera jusqu'à ce qu'il touche le fond du cylindre intérieur ; alors les deux cylindres seront l'un et l'autre pleins d'eau : dans le second cas, au contraire, le fluide permanent que renferme le cylindre intérieur, n'ayant aucune issue pour s'échapper, sera comprimé, et poussera l'eau sur laquelle il repose; celle-ci s'abaissera donc dans le cylindre intérieur, et s'élevera dans le cylindre extérieur, de sorte que la différence qui existera entre les deux niveaux indiquera la pression du fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur. Or, comme l'eau contenue dans le tube 19, 20, 21, 22 et 23, se trouve dans les mêmes circonstances et précisément au même

même niveau que celle sur laquelle repose le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur, et comme, de même, l'eau qui se trouve dans le tube 16, 17 et 18, est au même niveau que celle du cylindre exterieur, il suffit d'examiner la différence qui existe entre le niveau de ces deux tubes, pour connoître la pression qu'éprouve le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur (1).

Nous devons donc toujours considérer dans un gazomètre deux niveaux d'eau bien distincts, celui du cylindre intérieur et celui du cylindre extérieur.

Lorsque les deux niveaux sont à la même hauteur, ou, ce qui revient au même, lorsque le poids de la partie du fléau qui comprend le cylindre est précisément égal à celui de la partie qui comprend le bassin, alors la *pression additionnelle* est nulle, c'est-à-dire que le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur n'est comprimé que par la colonne atmosphérique (2).

Lorsque le niveau d'eau intérieur est plus élevé que le niveau extérieur, ou, ce qui revient au même, lorsque le côté du cylindre pese moins que le côté du bassin, il y a *traction*, c'est-à-dire que le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur est moins comprimé que l'air atmosphérique environnant. Si, par exemple, le niveau d'eau intérieur est à un pouce au-dessus du niveau extérieur, le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur, sera comprimé par la colonne de l'atmosphère qui équivaut à

(1) On peut, dans la détermination des niveaux, choisir à volonté le sommet ou les bords de la convexité de l'eau, pourvu que la manière d'observer soit la même dans toutes les expériences comparatives.

(2) Comme la pression qu'éprouvent les fluides permanens contenus dans le cylindre intérieur dérive de deux causes bien distinctes, j'ai cru nécessaire de désigner celle qui dépend de la hauteur de l'atmosphère, par l'expression, *pression barométrique*, et de réserver l'expression, *pression additionnelle*, pour indiquer celle qu'on peut obtenir au-delà de la pression barométrique, à l'aide des poids dont on peut charger le cylindre intérieur.

une colonne de trente-deux pieds d'eau (plus ou moins, suivant les circonstances), moins une colonne d'eau d'un pouce, ou, ce qui revient au même, par une colonne d'eau de trente et un pieds onze pouces.

Lorsque le niveau d'eau intérieur est au-dessous du niveau extérieur, ou, ce qui revient au même, lorsque le côté du cylindre pese davantage que le côté du bassin, il y a *pression additionnelle*, c'est-à-dire que le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur, est plus comprimé que l'air atmosphérique environnant. Si, par exemple, le niveau intérieur est à un pouce au-dessous du niveau d'eau extérieur, le fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur sera comprimé par une colonne de trente-deux pieds d'eau, plus par une colonne d'un pouce, c'est-à dire par une colonne de trente-deux pieds un pouce.

Dans le cas de traction, les fluides permanens qui environnent le cylindre intérieur tendent à y entrer, et y entrent en effet lorsqu'on ouvre un des robinets qui établissent une communication avec le cylindre intérieur. Telle est l'explication simple du remplissage des cylindres intérieurs.

Dans le cas de pression additionnelle, au contraire, les fluides permanens contenus dans le cylindre intérieur tendent à sortir, et sortent en effet, aussitôt qu'on ouvre les robinets qui les retiennent.

En employant les gazomètres tels qu'ils sortent de la main de l'ouvrier, on ne peut obtenir qu'une pression égale à la hauteur d'une colonne d'eau qui auroit le même diamètre que le cylindre intérieur, et qui peseroit autant que le côté de la balance où se trouve le cylindre, moins le côté de la balance qui comprend le bassin. Lorsqu'on veut augmenter cette pression, il faut placer des poids dans les cases 1, 2, 3, 4, etc. qui se trouvent à la partie inférieure du cylindre intérieur (*fig.* 4), et les multiplier suivant le besoin, en ayant soin cependant de les placer de telle maniere que le centre de gravité du cylindre intérieur ne

varie pas. En employant même ce moyen, la pression additionnelle ne peut aller au-delà de cinq à six pouces ; ce qui, dans certaines circonstances, restreint beaucoup l'usage des gazomètres.

§. III.

Jaugeage des cylindres intérieurs, et travail nécessaire pour égaliser leur pression dans toute la course qu'ils peuvent parcourir.

Pour connoître la quantité de fluide permanent qui se dégage du cylindre intérieur, à chaque expérience, il faut d'abord savoir de combien il s'enfonce dans l'eau, et connoître ensuite la quantité de fluide permanent que contient cette portion enfoncée.

Pour remplir la première de ces deux conditions, on peut employer les deux moyens suivans.

On peut, à l'instar de Lavoisier et Meusnier, former des divisions sur l'arc de cercle *m* (*fig.* 1re), et fixer solidement sur la colonne *n*, *n*, une tige à l'extrémité de laquelle soit un nonius qui, sans toucher l'arc de cercle, soit cependant le plus près possible de ses divisions.

On peut également, ainsi que l'a le premier pratiqué Fortin, fixer au milieu de la partie supérieure du cylindre intérieur, une échelle de cuivre *yy*, divisée en degrés, et glissant, sans cependant éprouver de frottement, dans une boëte de cuivre fixe, sur laquelle est un nonius.

Connoissant dans l'un et l'autre cas, par des recherches préliminaires, la hauteur de chacune des couches du cylindre intérieur qui correspond avec chacun des degrés, soit de l'arc de cercle, soit de l'échelle, il est facile de calculer par le nombre de degrés que parcourt le nonius, de combien le cylindre s'est enfoncé dans l'eau.

La division sur l'échelle paroît préférable à la division sur

l'arc de cercle, en ce que la chaîne qui soutient le cylindre intérieur pouvant s'allonger, quelque précaution qu'on prenne pour la bien construire, les divisions établies sur l'arc de cercle ne correspondent plus alors exactement avec les mêmes couches du cylindre.

Qu'on choisisse au surplus l'échelle ou l'arc de cercle pour établir ces divisions, toujours est-il nécessaire de connoître le volume de chacune des couches du cylindre intérieur qui correspond avec chacune des divisions de l'échelle ou de l'arc de cercle.

Pour remplir cette condition, on peut employer l'un des trois moyens suivans.

1°. Diviser l'échelle ou l'arc de cercle en parties égales, et déterminer ensuite par le calcul des dimensions du cylindre, à combien de pouces cubes répond chacune de ces divisions.

2°. Diviser de même l'échelle ou l'arc de cercle en parties égales, et déterminer successivement par des essais exacts, combien chacune des couches du cylindre intérieur, correspondantes à ces divisions, contiennent de pouces cubes.

3°. Diviser l'échelle ou l'arc de cercle en parties égales ou inégales, qui représentent des volumes égaux.

La première de ces méthodes suppose que le cylindre intérieur est parfaitement calibré dans toute sa longueur, et que son centre de gravité ne varie pas dans l'espace qu'il parcourt. Si ces deux conditions ne sont pas remplies, les divisions se trouvent inexactes, en ce qu'elles sont censées représenter des volumes égaux, tandis que, dans la réalité, elles représentent des volumes d'autant plus inégaux que le cylindre intérieur est moins bien calibré, et que son centre de gravité est plus variable.

La seconde est plus exacte, mais comme les divisions égales de l'échelle ou de l'arc-de-cercle, peuvent, à raison des défectuosités des cylindres intérieurs, représenter des

volumes inégaux, il faut, à chaque expérience, faire un calcul d'autant plus long, qu'on parcourt un plus grand nombre de degrés.

La troisième est, sans contredit, la plus exacte, et en même-temps la plus satisfaisante, parce qu'elle indique sur-le-champ les volumes employés.

Quelle que soit encore la méthode qu'on adopte, toujours faut-il compenser la diminution de poids qu'éprouve le cylindre intérieur en s'enfonçant dans l'eau, diminution qui équivaut au poids de l'eau déplacée. Si l'on ne faisoit pas cette correction, la pression des fluides permanens employés suivroit une marche décroissante qui occasionneroit une grande inexactitude dans l'évaluation de leur pesanteur. On sait, en effet, que les fluides permanens pèsent d'autant moins, qu'ils sont moins comprimés; il faudroit donc, lorsqu'on parcoureroit un certain nombre de degrés, calculer séparément le poids de l'air contenu dans chacune des couches du cylindre intérieur, correspondantes aux divisions faites sur l'échelle ou sur l'arc-de-cercle.

C'est pour remédier à cette inégalité de pression, pendant la course du cylindre intérieur, que Meusnier a imaginé d'élever perpendiculairement, au milieu du fléau, une tige quarrée divisée en pouces et lignes, sur laquelle glisse une lentille de cuivre garnie de plomb (nombre 18, fig. 1re.), à l'aide d'un pignon denté qui engraîne dans une crémaillière.

Quand le fléau est horizontal, la lentille ne pèse ni d'un côté ni d'un autre, et conséquemment n'augmente ni ne diminue la pression; mais lorsque le cylindre intérieur s'enfonce, et que la tige s'incline de son côté, alors la lentille n'étant plus dans la ligne verticale qui passe par le centre de suspension, pèse du côté du cylindre intérieur, et augmente la pression : or, comme le même poids exerce une action d'autant plus forte, qu'il est appliqué à l'extrémité d'un levier plus long, l'effet dont nous venons de parler est d'autant plus sensible, que la lentille est plus élevée; d'où il

résulte qu'en promenant cette lentille le long de la tige, on peut à volonté augmenter ou diminuer l'effet de la correction qu'elle opère, et, conséquemment, obtenir une pression uniforme.

Il faut donc, avant d'entreprendre aucune expérience, commencer par ajuster la lentille à chacune des pressions additionnelles qu'on peut obtenir, de telle manière que la pression soit uniforme dans toute l'étendue de l'échelle parcourue.

Pour faire ces essais avec exactitude, il faut établir le fléau à l'état d'horizontalité; verser dans le cylindre extérieur une quantité d'eau telle qu'elle ne puisse dans aucun cas dépasser ses bords (1); mettre dans le bassin les poids nécessaires pour égaliser les deux parties du fléau à cet état d'horizontalité, c'est-à-dire, pour obtenir zéro de pression additionnelle (2); ouvrir le robinet *g*; remonter le cylindre intérieur, en appuyant un peu sur le bassin, jusqu'à ce qu'il soit près de sortir de l'eau (3); fermer le robinet; fixer le point d'arrêt qui doit être mobile (4); faire une

(1) On conçoit que cette quantité d'eau doit varier à chacune des pressions additionnelles qu'on peut obtenir.

(2) Il faut souvent tâtonner long-temps avant d'accorder ensemble l'horizontalité du fléau, le niveau-d'eau à un degré donné, et le poids nécessaire pour obtenir l'état de pression additionnelle desiré.

Lorsque, à une seconde expérience, on opère à une pression d'une ligne, il faut augmenter le poids mis dans le bassin, et diminuer la quantité d'eau; il en est de même lorsqu'on opère à une pression de deux lignes, et ainsi de suite de ligne en ligne, jusqu'à la plus haute pression additionnelle qu'il soit possible d'obtenir.

(3) Cette traction est nécessaire pour déterminer l'air atmosphérique à s'introduire dans le cylindre intérieur; il ne faut cependant pas, dans le commencement, la pousser à plus de cinq ou six lignes, parce qu'alors l'eau entreroit dans le tube qui est au milieu du cylindre extérieur: lorsque ce dernier accident arrive, on y remédie en aspirant fortement par l'un des tuyaux communiquans.

(4) Le point d'arrêt est un petit cylindre de cuivre *x*, qui se glisse dans un autre cylindre creux, de sorte qu'on peut l'allonger ou le raccourcir à volonté. Lorsque l'extrémité inférieure de l'arc-de-cercle qui se trouve au-dessus du bassin, pose sur ce petit

marque sur l'échelle ou sur l'arc-de-cercle, à l'endroit où répond le nonius, ou, en supposant que les divisions ayent été préalablement faites, noter celle de ces divisions à laquelle répond le nonius, observer la différence des deux niveaux, qui indique la plus ou moins grande pression de l'air atmosphérique contenu dans le cylindre intérieur; ouvrir le robinet, faire descendre le cylindre intérieur, en le comprimant un peu, jusqu'à ce que sa calotte soit distante de trois ou quatre lignes environ du niveau extérieur (1); fermer le robinet; observer la différence des niveaux, et faire une marque sur l'échelle ou sur l'arc-de-cercle, à l'endroit où répond le nonius.

Si les trois observations présentent le même rapport entre les niveaux, alors la lentille est bien disposée; dans le cas contraire, il faut la hausser ou la baisser, suivant que les différences entre les deux niveaux sont plus ou moins grandes.

On détermine, à l'aide de ces premières manipulations, qui doivent être faites de ligne en ligne à toutes les pressions additionnelles; 1°. le point d'horizontalité; 2°. les poids qui sont nécessaires pour obtenir à ce point telle ou telle pression; 3°. la hauteur précise où doit être placée la lentille, à chacune de ces pressions; 4°. le point d'arrêt et de départ à ces diverses pressions (2); 5°. enfin le niveau d'eau extérieur à l'état d'horizontalité (3).

cylindre, le cylindre intérieur ne peut plus remonter, et se trouve conséquemment à son point d'arrêt supérieur.

(1) On n'employe pas, dans cette circonstance, les fluides permanens contenus dans la calotte des cylindres intérieurs, parce que le contact de l'eau devenant alors beaucoup plus grand, produit des différences très-marquées dans l'état de la pression additionnelle.

Lorsque le cylindre intérieur n'est pas assez pesant pour conserver pendant sa course le même centre de gravité, il faut y placer quelques poids dans les cases 1, 2, 3, 4, etc. qui se trouvent à sa partie inférieure (*fig.* 4); on met alors assez de poids dans le bassin pour compenser cette addition.

(2) Il est facile de concevoir que l'espace renfermé entre ces points d'arrêt est d'autant plus court, que la pression additionnelle est plus grande.

(3) Il est nécessaire à chacune des pressions qu'on veut obtenir, d'établir, à l'état d'hori-

Tous ces résultats s'inscrivent dans un registre qu'on peut consulter ensuite dans toutes les circonstances.

Lorsque ce travail est achevé, il faut encore déterminer le volume représenté par chacun des degrés de l'échelle ou de l'arc-de-cercle.

Pour y parvenir, on employe les deux procédés suivans, qui peuvent mutuellement se servir de preuves.

On établit l'horizontalité ; on met dans le bassin le poids indiqué dans la table précédemment faite, pour obtenir une pression additionnelle quelconque, d'un pouce, par exemple ; on établit de même le niveau d'eau extérieur au degré indiqué dans cette table ; on ouvre le robinet *g* ; on élève le cylindre intérieur, en appuyant sur le bassin pour vaincre la pression additionnelle, jusqu'à ce qu'il soit près de sortir de l'eau, ou, ce qui revient au même, jusqu'à ce qu'il soit à son point d'arrêt supérieur ; on ferme le robinet ; on met sur la planche qui soutient la cloche V une quantité d'eau égale en hauteur à la pression donnée au fluide permanent contenu dans le cylindre intérieur, (dans cet exemple, la hauteur de l'eau sur la planche de la cuve seroit conséquemment d'un pouce) ; on prend une bouteille dont le volume a été préalablement déterminé par la comparaison du poids de l'eau distillée qu'elle peut contenir à la pression de 28 pouces de mercure et au dixième degré du thermomètre de Réaumur (1) ; on la remplit avec l'eau de la cuve ; on la renverse, et on la substitue à la cloche V, en engageant

zontalité, le niveau extérieur toujours au même point, non-seulement pour ne pas faire passer l'eau par-dessus les bords du cylindre extérieur, lorsque le cylindre intérieur y est presque totalement plongé, mais encore parce que le poids indiqué dans la table précédemment faite, ne produiroit pas la pression indiquée si l'on ne prenoit pas cette précaution.

(1) Je supposerai toujours dans ce mémoire qu'on se sert d'un thermomètre à mercure divisé en 80 degrés depuis le terme de la glace fondante jusqu'à celui de l'eau bouillante, la pression barométrique étant de 28 pouces de mercure.

gageant son ouverture sur l'extrémité du tube 6, 7, 8, 9, 10 et 11 (*fig.* 1); on ouvre le robinet 8; on comprime un peu le cylindre intérieur, et la bouteille se remplit du fluide permanent qu'il lui fournit: lorsque l'équilibre est établi entre le fluide permanent contenu dans la bouteille celui du cylindre intérieur, on ferme le robinet; on fait un trait sur l'échelle ou sur l'arc-de-cercle à l'endroit où répond le nonius, en supposant que les divisions n'y ont pas été précédemment faites, et dans le cas où elles le seroient déjà, on observe à quel degré répond le nonius; on remplit d'eau la bouteille, et on opère de la même manière, jusqu'à ce que le cylindre soit descendu à son point d'arrêt inférieur indiqué dans le registre, en ayant soin de remplir à chaque fois la bouteille avec l'eau de la cuve, afin de ne point changer la hauteur de l'eau sur la planche.

On conçoit que dans cette manière d'opérer, il est indifférent qu'on donne à l'air atmosphérique contenu dans le cylindre intérieur telle ou telle pression additionnelle, pourvu qu'on mette sur la cuve une quantité d'eau égale en hauteur à cette pression additionnelle. L'air atmosphérique que contiennent alors le cylindre et la bouteille, est à la vérité plus comprimé que l'air atmosphérique environnant, mais comme la bouteille et le cylindre sont absolument dans le même cas, relativement à la température, à la pression barométrique, et à la pression additionnelle, il est bien certain que l'air contenu dans la bouteille ne occuper qu'un volume parfaitement égal à celui qu'il occuperoit dans le cylindre.

Non-seulement il faut répéter cette expérience plusieurs fois de suite, mais il faut encore en vérifier les résultats, en se servant de la méthode suivante.

On établit le niveau indiqué dans le registre pour zéro de pression additionnelle; on met dans le bassin le poids nécessaire pour obtenir cet état de pression; on baisse le

cylindre intérieur jusqu'à son point d'arrêt inférieur ; on replace la cloche V sur la planche de la cuve ; on ouvre son robinet ; on y visse le tube 1, 2, 3 ; on prend la bouteille qui a servi dans les essais précédens ; on transvase sous la cloche l'air qu'elle contient ; celui-ci passe aussi-tôt dans le cylindre intérieur pour établir l'équilibre de pression ; on note à quel degré répond le nonius ; et on continue de la même manière, jusqu'à ce qu'on soit parvenu au point d'arrêt supérieur, en versant toujours dans la cuve l'eau dont se remplit la bouteille à chaque fois qu'on fait passer dans la cloche l'air atmosphérique qu'elle contient.

Cette méthode, très-commode, est encore très-exacte ; lorsqu'on s'en sert avec intelligence, les erreurs qu'elle comporte sont presqu'insensibles.

Les personnes qui veulent jauger leurs gazomètres avec soin, doivent employer ces deux méthodes ; si les résultats sont constamment les mêmes, on pourra tracer définitivement et avec assurance les divisions sur l'échelle ou sur l'arc-de-cercle.

Si cependant les gazomètres n'étoient pas construits avec assez d'exactitude pour que ces résultats se correspondissent, il faudroit employer pour le jaugeage une bouteille ou un ballon dont les dimensions fussent à peu-près égales a celles du cylindre intérieur. On marqueroit alors sur l'échelle ou sur l'arc-de-cercle deux termes principaux qui indiqueroient le point de départ et le point d'arrêt ; n'ayant dans cette circonstance que deux seules observations, les erreurs qu'il seroit possible de commettre seroient presque nulles, et l'on pourroit, en opérant sur de grands volumes, être assuré de l'exactitude des résultats.

Pour rendre plus intelligibles ces différentes opérations, nous allons présenter quelques-uns des résultats que nous avons obtenus. On y verra que nous sommes parvenus à compenser à très-peu-près les petites différences de

pression ; nous ne sommes arrivés à cette compensation qu'après un long tâtonnement.

Les échelles de nos gazomètres avoient été divisées par Fortin en parties égales.

GAZOMÈTRE A.

Expérience à un pouce de pression.

Horizontalité . . . . 880e degré.
niveau . . . . 6 lignes (1).
pour un pouce de pression . . . . . . 12 liv. dans le bassin.

Extrême d'élévation . . . . 1780e degré (2).
niveau . . . . 6 ½ lignes.
pression . . . . 12 ½ lignes.

Extrême d'abaissement . . . . 80e degré.
niveau . . . . 5 ½ lignes.
pression . . . . 11 ½ lignes.

Expérience à 1 ½ pouce de pression.

Horizontalité . . . . 880e degré.
niveau . . . . 6 lignes.
pour 1 ½ pouce de pression, 9 liv. . 12 onc. dans le bassin.

---

(1) Les divisions de la bande de cuivre *z* (*fig.* 1re) commençoient à la partie supérieure, de sorte que dans cet état d'horizontalité, le niveau d'eau extérieur étoit à six lignes environ au-dessous des bords du cylindre extérieur.

(2) Les divisions de l'échelle commençoient à la partie inférieure, ce qui est un défaut, parce que pour déterminer la course du cylindre intérieur, il faut alors descendre d'un degré très-élevé à un degré inférieur. Ce défaut n'existeroit pas, si l'on employoit la troisième méthode de graduation indiquée ci-dessus.

Extrême d'élévation . . . . 1760e degré.
niveau . . . . 6 $\frac{1}{2}$ lignes.
pression . . . . 18 $\frac{1}{2}$ lignes.

Extrême d'abaissement . . . . . 80e degré.
niveau . . . . 5 $\frac{3}{4}$ lignes.
pression . . . . 17 $\frac{1}{2}$ lignes.

GAZOMÈTRE B.

Expérience à une ligne de pression.

Horizontalité . . . . 838e degré.
niveau . . . . 6 lignes.
pour 1 ligne de pression . . . 6 liv. + un rond de plomb.

Extrême d'élévation . . . . 1730e degré.
niveau . . . . 6 $\frac{1}{2}$ lignes.
pression . . . . $\frac{1}{2}$ ligne.

Extrême d'abaissement . . . . . 70e degré.
niveau . . . . 5 $\frac{1}{2}$ lignes.
pression . . . . $\frac{1}{2}$ ligne.

Expérience à 1 $\frac{1}{2}$ pouce de pression.

Horizontalité . . . . 838e degré.
niveau . . . . 6 lignes.
pour 1 $\frac{1}{2}$ pouce de pression . . . . 9 livres 6 onces.

Extrême d'élévation . . . . 1730e degré.
niveau . . . . 6 $\frac{1}{2}$ lignes.
pression . . . . 18 $\frac{1}{2}$ lignes.

Extrême d'abaissement	70e degré.
niveau	5 $\frac{1}{2}$ lignes.
pression	17 $\frac{1}{2}$ lignes.

On voit, d'après ces résultats, que malgré la correction opérée par la lentille, la pression diminuoit cependant encore dans la partie supérieure, tandis qu'elle augmentoit dans la partie inférieure; mais ces différences, infiniment foibles, se compensent lorsqu'on opère sur de grandes quantités.

Nous nous sommes servi pour notre jaugeage, 1°. d'une bouteille qui contenoit juste . . . . 5^{livres} 5^{onces} 3^{gros} 64^{grains} d'eau distillée, poids qui correspond à . . . . 128,801 pouces cubes.

2°. D'un ballon qui contenoit . 35^{livres} 2^{onces} 1^{gros} 56^{grains} d'eau distillée, ou, ce qui revient au même, dont la capacité étoit de 818,047 pouces cubes.

3°. Enfin, d'une petite bouteille de . . . . 10 pouces cubes.

JAUGEAGE DU GAZOMÈTRE A.

A l'état d'horizontalité, c'est-à-dire au . .	880e degré;
le niveau étoit à	6 lignes,
et la pression étoit de	18 lignes.

Ayant rempli les conditions indiquées dans la table précédemment faite pour obtenir une pression additionnelle de dix-huit lignes, nous avons élevé le cylindre intérieur jusqu'au point d'arrêt supérieur; nous avons recouvert de dix-huit lignes d'eau la planche de la cuve *ghik*, et nous avons ouvert le robinet 8. Au moyen de cet arrangement, l'air atmosphérique que nous faisions passer dans notre bouteille pleine d'eau, étoit au même degré de pression que celui que renfermoit le cylindre intérieur, et consé-

quemment nous étions dans la même circonstance que si nous eussions opéré à zéro de pression additionnelle.

Après avoir répété plusieurs fois ces premiers essais, dans toute la longueur de l'échelle, nous avons reconnu que chaque degré de cette échelle, depuis le 1760 degré jusqu'au 60, correspondoit à 1,00705 pouce cube (1).

Cette détermination étoit très-facile à établir. Connoissant en effet d'un côté le volume de notre bouteille, et de l'autre le nombre de degrés que nous parcourions pour la remplir, nous divisions le volume de la bouteille par ce dernier nombre, et le quotient représentoit la valeur réelle, en pouces cubes, de chaque degré de l'échelle, et conséquemment la valeur réelle, en pouces cubes, de chaque couche du cylindre intérieur correspondante à chaque degré.

Nous avons recommencé trois fois de suite la même opération, en employant notre ballon, et nous avons toujours obtenu le même résultat.

Nous nous sommes ensuite servi, pour confirmer ces résultats, de la seconde méthode indiquée ci-dessus, et nous avons en conséquence rempli le cylindre intérieur, en y faisant successivement passer l'air atmosphérique que contenoit notre petite bouteille de dix pouces. Ce nouvel essai s'étant trouvé parfaitement d'accord avec les précédens, nous avons construit nos tables d'après cette première donnée, qu'à zéro de pression additionnelle, chaque degré de l'échelle A équivaloit à 1,00705 pouce cube.

Dans les premiers jaugeages, la petite bouteille de dix pouces cubes ne nous servoit que vers la fin de l'espace que nous parcourions.

(1) Notre cylindre intérieur étoit assez bien calibré pour que ses couches horizontales fussent égales, ou du moins pour que les infiniment petites différences qui pouvoient se trouver entr'elles, se compensassent dans la longueur de l'échelle.

Cette représentation fractionnaire de chaque degré est un des grands défauts des divisions préalablement faites; elle allonge et complique les calculs.

JAUGEAGE DU GAZOMÈTRE B.

En opérant de la même manière sur le gazomètre B, nous avons reconnu, après sept essais consécutifs, que, depuis le 1730e degré jusqu'au 113e, chaque degré de l'échelle correspondoit à 1,00618 pouce cube.

On conçoit aisément que ces premiers essais sont applicables à zéro de pression additionnelle, ou autrement qu'on peut les rapporter à une température de 10 degrés et à une pression de 28 pouces de mercure, quelles que soient cependant, à l'instant où on les fait, la température de l'air du lieu, la pression barométrique et la pression additionnelle, pourvu qu'il y ait au-dessus de la planche de la cuve une colonne d'eau correspondante à cette dernière pression, et que la température du fluide permanent qui passe dans la bouteille jaugée soit exactement semblable à celle du fluide qui est renfermé dans le cylindre intérieur.

Observations.

Il faut, dans ce genre de manipulation, prendre quelques précautions qu'il est nécessaire d'indiquer. 1°. Il faut toucher à la bouteille le moins qu'il est possible, et ne pas respirer très-près d'elle, afin que sa température ne soit pas plus élevée que celle du cylindre. Ces deux causes pourroient produire une dilatation qui occasionneroit des erreurs. 2°. Il est nécessaire que le tube de cuivre soit un peu souple et recourbé carrément avec la tablette de la cuve. 3°. Le bout recourbé qui doit entrer dans la bouteille ne doit guères avoir plus de 12 ou 15 lignes de longueur; s'il étoit plus long, il faudroit, pour chasser l'eau qu'il contient, donner une trop grande pression au cylindre. 4°. Avant d'ouvrir le robinet, il faut élever, au-dessus de la surface de l'eau, l'extrémité du tube, et souvent encore on est obligé,

pour chasser l'eau qu'il contient, d'appuyer légèrement sur le cylindre intérieur du gazomètre. 5°. Enfin, on ne doit pas trop se presser de fermer les robinets communiquans, parce qu'il n'est pas possible, à raison de l'égalité de pression, qu'il sorte aucune portion de fluide permanent lorsque la bouteille est pleine.

Toutes ces précautions sont indispensables, lorsqu'on veut obtenir des résultats exacts.

§. IV.

Valeur réelle de chaque degré des échelles à différentes pressions.

La détermination des volumes est indépendante de la température et de la pression ; un espace d'un pied cube, par exemple, contient toujours un pied cube d'air, quelles que soient la température et la pression. Cependant, l'avantage de pouvoir établir des rapports faciles à saisir entre les quantités des fluides employés, et la complication qu'apportent dans ces rapports les différences de pression et de température, ont fait étudier la marche que suivent la diminution de volume des fluides à raison des compressions, et leur dilatation à raison de l'augmentation de température.

Ces recherches ont fait découvrir que les volumes occupés par des quantités égales de fluides, sont en raison inverse des poids comprimans ; si une quantité d'air atmosphérique, par exemple, comprimée par une colonne de mercure de 28 pouces, occupe l'espace d'un pied cube, il n'occupera plus que l'espace d'un demi-pied cube lorsqu'il sera comprimé par une colonne de 56 pouces de mercure.

Il est donc facile, lorsqu'on veut établir un rapport peu compliqué entre des quantités de fluides qui éprouvent des compressions différentes, de ramener ces volumes à ceux

qu'occuperoient ces fluides, s'ils éprouvoient tous la même compression.

Quant aux corrections relatives aux dilatations, il faut les éviter le plus qu'il est possible, parce que la marche de ces dilatations n'est pas encore déterminée avec assez de précision; il faut donc, lorsqu'on veut opérer avec une grande exactitude, que les fluides entre lesquels on veut établir des rapports relatifs à leur volume, ayent tous la même température.

Les exemples que nous allons présenter, indiqueront la marche qu'il faut tenir pour ramener des quantités de fluides différemment comprimées, au volume qu'elles occuperoient à une pression de 28 pouces de mercure.

Observons d'abord qu'il est indifférent, pour arriver à ce but, de donner à chaque degré de l'échelle une valeur constante, et d'augmenter, à chaque pression, le nombre des degrés correspondans à une couche quelconque du cylindre intérieur; ou de ne point faire varier ce nombre de degrés, mais d'augmenter la valeur représentative de chacun d'eux: ce dernier moyen nous a paru le plus simple.

Nous avons vu, dans le paragraphe précédent, qu'à une température de dix degrés, et à une pression de 28 pouces de mercure, chaque degré de l'échelle A équivaloit à 1,00705 pouce cube; il en résulte:

1°. Qu'à une pression de 28 pouces de mercure plus 1 pouce d'eau, chaque degré de l'échelle A correspondoit à 1,0097 pouce cube. Car, comme la pesanteur spécifique du mercure est à celle de l'eau, suivant les tables de Brisson, commme 13,5681 est à 1, il en résulte que 28 pouces de mercure sont l'équivalent de 379,9068 pouces d'eau (1); nous avons donc cette proportion, 379,9068 :

(1) Le produit de 13,5681 par 28, est en effet 379,9068.

1,00705 : : 379,9068 + 1 : x, et $x = \frac{1,00705 \times 380,9068}{379,9068} = 1,0097$ pouce cube.

2°. Qu'à une pression de 28 pouces de mercure, plus 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'eau, chaque degré de l'échelle A équivaloit à 1,01102 pouce cube. Car 379,9068 : 1,00705 : : 379,9068 + 1,5 : x et $x = \frac{1,00705 \times 381,4068}{379,9068} = 1,01102$ pouce cube.

3°. Qu'à une pression de 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne de mercure, plus 1 pouce d'eau, chaque degré équivaloit à 1,01 pouce cube. Car 379,9068 : 380,0198 : : 1,0097 : x et $x = 1,01$ à très-peu près (1).

4°. Qu'à une pression de 28 pouces 4 lignes de mercure, plus 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'eau, chaque degré équivaloit à 1,023; car 379,9068 : 384,429 + 1,5 : : 1,00705 : x et $x = 1,0234$ pouce cube (2).

---

(1) En effet, 28 pouces de mercure égalent 336 lignes, et 336,1 de mercure égalent 4560,2384 lignes d'eau, ou ce qui revient au même, 380,0198 pouces.

(2) 340 lignes de mercure égalent 4613,154 lignes d'eau, ou ce qui revient au même, 384,429 pouces.

Modèle des Tables qui indiquent la valeur de chaque degré des Gazomètres aux différentes pressions tant barométriques qu'additionnelles que comportent ces instrumens.

Valeur des degrés du Gazomètre A, à une pression barométrique équivalente à 28 pouces de mercure.						
Nombre de degrés.	Zéro de pression addition-nelle.	1 ligne d'eau de pression addition-nelle.	2 lignes d'eau de pression addition-nelle.	3 lignes d'eau de pression addition-nelle.	4 lignes d'eau de pression addition-nelle.	4 lignes d'eau de pression addition-nelle.
1	1.00705	1.00727	1.00747	1.00771	1.00793	1.00815
2	2.01410	2.01454	2.01498	2.01542	2.01586	2.0163
3	3.02115	3.02181	3.02247	3.02313	3.02379	3.02445
4	4.02820	4.02908	4.02996	4.03084	4.03172	4.0326
5	5.03525	5.03635	5.03745	5.03855	5.03965	5.04075
10	10.0705	10.0727	10.0749	10.0771	10.0793	10.0815
20	20.141	20.1454	20.1498	20.1542	20.1586	20.163
30	30.2115	30.2181	30.2247	30.2313	30.2379	30.2445
40	40.28[illegible]	40.2908	40.2996	40.3084	40.3172	40.3260
50	50.3525	50.3635	50.3745	50.3855	50.3965	50.4075
100	100.705	100.727	100.749	100.771	100.793	100.815
200	201.41	201.454	201.498	201.542	201.586	201.63
300	302.115	302.181	302.247	302.313	302.379	302.445
400	402.82	402.908	402.996	403.034	403.172	403.26
500	503.525	503.635	503.745	503.855	503.965	504.075
1000	1007.05	1007.27	1007.49	1007.71	1007.93	1008.15
2000	2014.1	2014.54	2014.98	2015.42	2015.86	2016.3
3000	3921.15	3021.81	3022.47	3023.13	3023.79	3024.45
4000	4028.2	4029.08	4029.96	4030.84	4031.72	4032.6
5000	5035.25	5036.35	5037.45	5038.55	5039.65	5040.75

Comme la pression barométrique peut varier de 24 lignes environ dans nos climats, et que les tables doivent être faites à toutes les pressions barométriques de 10e de ligne

en 10e de ligne ; il en résulte qu'on doit en former 240 pour chaque gazomètre.

Et comme la pression additionnelle peut être portée à 48 lignes, chaque table doit avoir au moins 48 colonnes verticales.

Quant aux colonnes horizontales, on peut n'en mettre que 20, parce qu'elles suffisent pour indiquer tous les nombres.

La table que nous venons de présenter, ne comprend que 6 colonnes verticales, mais on insère les autres dans les pages suivantes.

Il est possible que quelques personnes trouvent plus commode de faire à chaque opération les réductions nécessaires, mais il en est d'autres qui préféreront de les avoir sans cesse sous les yeux. Elles auront, à la vérité, fait un travail fastidieux, mais pour peu qu'elles opèrent souvent avec les gazomètres, elles seront bien dédommagées de leur peine.

Le titre de la première table doit être, *valeur des degrés de tel gazomètre à la pression de 27 pouces de mercure.*

Le titre de la seconde doit être, *valeur des degrés de tel gazomètre à la pression de 27 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne de mercure.*

Et ainsi de suite pour chaque gazomètre, de dixième de ligne en dixième de ligne, jusques et compris la pression de 29 pouces de mercure.

Supposons, par exemple, qu'à une pression barométrique de 28 pouces de mercure, et à une pression additionnelle de quatre lignes d'eau, nous ayons parcouru 4000 degrés de l'échelle A ; nous chercherons d'abord la table qui a pour titre , *valeur des degrés du gazomètre* A , *à la pression barométrique de 28 pouces de mercure*, et, parcourant la colonne verticale qui a pour titre, *4 lignes d'eau de pression additionnelle*, nous la suivrons jusqu'à

ce que nous rencontrions la colonne horizontale qui répond à 4000 degrés ; le nombre 4031,72 pouces cubes qui se trouve dans la case correspondante en même tems à ces deux colonnes, nous représentera alors le volume, en pouces cubes, que le fluide permanent auroit occupé, s'il n'eût été comprimé que par 28 pouces de mercure.

Pour simplifier, on peut ne construire pour chaque gazomètre qu'un tableau semblable au suivant, composé de 240 colonnes verticales et de 48 colonnes horizontales.

100 *degrés du gazomètre* A.

		Pression barométrique (1).			
Pression additionnelle.	0 de pression additionnelle.	29 pouces de mercure.	27 pouces 0,1 de ligne de mercure.	27 pouces 0,2 de ligne de mercure.	27 pouces 0,3 de ligne de mercure.
	1 ligne d'eau.				
	2 lignes d'eau.				
	3 lignes d'eau.				
	4 lignes d'eau.				
	5 lignes d'eau.				

Cette table, lorsqu'elle est terminée, contient la valeur de 100 degrés de l'échelle A à toutes les pressions, tant barométrique qu'additionnelle, qu'il est possible d'obtenir.

Veut-on trouver, par exemple, la valeur de 100 degrés de l'échelle A, à une pression barométrique de 27 pouces 4 lignes de mercure, et à une pression additionnelle de

(1) Nous n'offrons ici qu'une partie de ce tableau, mais il est bien facile de se le représenter en entier.

8 lignes d'eau ? On cherche la colonne qui est intitulée 27 *pouces 4 lignes de mercure*, et on la suit jusqu'à ce qu'elle rencontre la colonne horizontale qui a pour titre 8 *lignes d'eau* ; le nombre qu'on trouve dans la case correspondante en même-tems à ces deux colonnes, indique la valeur cherchée.

En suivant cette méthode, on est presque toujours obligé, à chaque opération, de faire une multiplication ; si l'on a, par exemple, employé 160 degrés, à une pression barométrique de 28 pouces de mercure et de 2 pouces d'eau, après avoir pris le nombre qui se trouve dans la case correspondante à ces deux colonnes, il faut le multiplier par 1,6 et le produit donne le volume, en pouces cubes, qu'auroit occupé le fluide permanent employé, s'il n'eût été comprimé que par 28 pouces de mercure.

Ces exemples suffisent pour bien faire comprendre la manière dont doivent être composées les tables des gazomètres. Les personnes habituées au calcul, les construiront en peu de temps.

Cette facilité de ramener le volume des fluides à celui qu'ils occuperoient s'ils n'étoient comprimés que par une colonne de 28 pouces de mercure, et que leur température fut de 10 degrés, a fait penser qu'il étoit possible de connoître le poids des fluides permanens par un calcul peu compliqué, et qu'il suffisoit pour cela de déterminer leur pesanteur spécifique à une température de 10 degrés, et à une pression de 28 pouces de mercure.

Il faut cependant convenir, qu'on ne peut obtenir par ce moyen que des apperçus ; d'abord parce qu'ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, la marche des dilatations n'est pas bien déterminée ; en second lieu, parce qu'il est presqu'impossible, dans différentes circonstances, d'obtenir des fluides permanens identiques ; en troisième lieu, enfin, parce qu'en supposant même que ces deux conditions fussent remplies, le résultat ne pourroit être exact qu'à des

pressions qui n'excéderoient pas beaucoup 28 pouces de mercure. On sait en effet que les fluides dissolvent d'autant plus d'eau qu'ils sont plus comprimés, mais on ne connoît pas la marche de cette dissolution ; il paroît même qu'elle suit une progression plus grande que la diminution de volume produite par la compression. Il faudroit donc pour conclure d'une augmentation de pression quelconque, la pesanteur du fluide qui y est exposé, connoître la marche de sa vertu dissolvante à toutes les pressions ; c'est pour éviter cet inconvénient qu'il faut, lorsqu'on veut opérer avec exactitude, déterminer la pesanteur des fluides sur lesquels on opère, en les prenant dans des circonstances parfaitement semblables à celles où ils sont lorsqu'on les employe.

§. V.

Moyens que nous avons employés pour obtenir nos fluides permanens.

Gaz hydrogène.

Nous avons d'abord fait fondre du zinc, que nous avons ensuite réduit en poudre, en l'agitant dans un mortier très-chaud.

Nous nous servions pour dissoudre ce demi-métal d'un mélange de 7 parties d'eau sur une d'acide sulfurique concentré.

Nous remplissions presque totalement la bouteille dans laquelle s'opéroit la dissolution, et nous y ajustions un tube de verre, dont le calibre étoit très-mince, et qui plongeoit dans une bouteille pleine d'alkali caustique (1) ;

---

(1) La pesanteur spécifique de cet alkali étoit à celle de l'eau distillée, comme 13 est à 8.

à cette dernière bouteille étoit adapté un tube mince, qui communiquoit avec une cuve hydro-pneumatique.

Nous laissions passer le gaz pendant 5 ou minutes avant de le recueillir, et nous étions sûrs, par ce moyen, de l'obtenir aussi pur qu'il est possible de l'avoir en se servant d'une dissolution métallique.

Nous opérions ordinairement sur 12 onces de zinc, et nous conduisions notre opération avec beaucoup de lenteur.

Nous devons observer que nous avions toujours la précaution de préparer notre gaz hydrogène 24 heures avant de l'employer.

Air vital.

Nous desirions beaucoup n'employer que de l'air vital parfaitement pur. Lavoisier, que nous consultâmes sur cet objet, eut la bonté de nous offrir 2 ½ livres de muriate sur-oxigéné de potasse bien cristallisé, et qui avoit été fait avec beaucoup de soin (1).

Nous distillions assez ordinairement 12 onces de ce sel à chaque opération. Nous les introduisions à cet effet dans une cornue de porcelaine qui, ainsi remplie, contenoit très-peu d'air atmosphérique.

A cette cornue étoit adapté un tube de verre qui plongeoit dans une bouteille presque pleine d'alkali caustique concentré ; et de cette bouteille partoit un autre tube de verre, qui communiquoit avec la cuve hydro-pneumatique.

Nous poussions d'abord le feu très-lentement, afin de faire sortir l'air atmosphérique des vaisseaux ; au bout d'une demi-heure environ, nous ajoutions quelques charbons, et nous perdions les premiers produits qui équivaloient

(1) Je prouverai, par la suite, que l'oxide noir de manganèse fournit souvent de l'air vital aussi pur que le muriate sur-oxigéné de potasse.

à-peu-près

à-peu-près à 200 pouces cubes. Nous recueillions alors l'air vital, et sur la fin de l'opération nous faisions rougir la cornue.

Nous avions soin d'essayer nos cornues de porcelaine, en les plongeant presque totalement dans l'eau, et y comprimant de l'air. Nous n'avons employé que celles qui nous ont paru imperméables.

Il est bon d'observer, que nous avions préalablement reconnu, par plusieurs expériences exactes, que sur 100 grains de notre muriate sur-oxigéné de potasse, nous obtenions ordinairement 37 ou 38 grains d'oxigène, ou autrement, entre 70 et 75 pouces cubes d'air vital.

Cette distillation demande beaucoup de ménagemens. Lorsque l'air vital commence à passer, il faut ralentir le feu ; si l'on n'a pas cette attention, le bouchon de liége qui retient le tube de verre s'échauffe assez pour s'enflammer, et alors on s'expose à manquer l'opération. Lorsque cet accident arrive, il faut, pour ne pas perdre le sel qui reste dans la cornue, la plonger promptement dans un bassin d'eau froide (1).

Nous avions aussi le soin de préparer notre air vital 24 heures au moins avant de l'employer.

§. VI.

Précautions que nous avons prises pour lutter le ballon dans lequel devoit s'opérer la combustion.

Nous avons craint, qu'en mettant immédiatement du lut gras sur le verre et sur le cuivre, l'huile qui entre dans sa composition ne se vaporisât pendant l'expérience, et ne nous exposât à une explosion dangereuse.

---

(1) Dans les opérations de ce genre, il est toujours préférable de n'employer que des bouchons de terre à porcelaine.

Nous avons, en conséquence, maintenu d'abord le ballon avec du papier et de la colle ordinaire ; après en avoir mis plusieurs couches, et les avoir laissé sécher, nous les avons enduites de linge trempé dans un mélange de chaux et de blanc d'œuf, et nous avons ensuite recouvert ce double renfort avec du lut gras bien préparé, que nous avons maintenu avec des bandes de linge enduites de même de chaux et de blanc d'œuf.

Cette opération a été faite trois jours avant le commencement de l'expérience. Aussi-tôt que les luts ont été secs, nous avons donné à chaque gazomètre une pression de 4 pouces, nous avons ouvert les robinets communiquans avec le ballon, et nous nous sommes assurés, par ce moyen, non-seulement qu'il étoit bien lutté, mais encore que nos deux cylindres intérieurs n'avoient aucune communication avec l'air environnant.

C'est-là la meilleure manière d'essayer les gazomètres. Après leur avoir donné une pression de 3 ou 4 pouces, on examine l'échelle, le thermomètre, et le baromètre ; et quelques jours après, on examine de nouveau l'échelle, lorsque le thermomètre et le baromètre sont à peu-près au même degré où ils étoient à la première observation : si alors le nonius correspond au même degré, on est sûr que les cylindres intérieurs ne perdent pas.

Avant de lutter le ballon, il faut avoir le soin de le bien sécher. Pour y parvenir, on y introduit une serviette neuve, qu'on a préalablement chauffée ; en agitant ensuite le ballon, on la promène dans toutes ses parties. Il faut sur-tout avoir grand soin que le linge dont on se sert ne s'effile pas, parce que les portions qui adhéreroient à la partie interne du ballon produiroient, à la fin de l'expérience, des erreurs plus au moins considérables.

§. VII.

Opérations préliminaires à la combustion.

Le mercredi 13 mai 1790, nous adaptâmes la machine pneumatique au ballon (*fig* 5) dans lequel devoit s'opérer la combustion ; mais après avoir fait agir les pistons pendant plus d'une demi-heure, notre vuide ne parvint qu'à 5 lignes, c'est-à-dire, qu'il restoit encore assez d'air atmosphérique dans le ballon pour faire équilibre à une colonne de mercure de cinq lignes de hauteur (1). Nous fermâmes alors le robinet de la machine pneumatique, et nous ouvrîmes celui qui communiquoit avec le gazomètre rempli d'air vital.

Le baromètre, à l'instant où nous fîmes le vuide, étoit à 28 pouces, ou autrement à 336 lignes.

Le zéro du nonius parcourut pendant cette opération, 990 degrés, qui, multipliés par 1,00618 (2), correspondent à 996,118 pouces cubes.

D'où il résulte que le ballon, à l'instant de la combustion, contenoit,

1°. Air vital	996,118 pouces cubes.
2°. Air atmosphérique .	15
TOTAL	1011,118.

Cette détermination de la quantité d'air atmosphérique restante dans le ballon, provient de ce raisonnement simple ; puisqu'un vuide de 331 lig. de mercure a enlevé 996, 118 pouc.

(1) Nous avons reconnu depuis, que nos corps de pompe contenant un peu d'eau, nous ne pouvions, dans cet état, faire le vuide à plus de cinq lignes.

(2) Nous avons vu, en effet, que la pression additionnelle étant nulle, et la pression barométrique étant de 28 pouces, chaque degré de l'échelle B équivaloit à 1,00618 pouce cube.

cubes, combien un vuide de cinq lignes en auroit-il enlevé? ou autrement 331 : 996,118 :: 5 : x, et $x = 15$.

Il est bon d'observer que le thermomètre, à l'instant où nous fîmes cette opération, étoit à $13\frac{1}{2}$ degrés.

§. VIII.

Première inflammation.

Le mercredi 13 mai 1790, nous avons, à l'aide de l'étincelle électrique, commencé la combustion, en présence de plusieurs membres de l'Académie.

La pression du gazomètre B, à l'état d'horizontalité, étoit d'une ligne; et celle du gazomètre A, au même état, étoit d'un pouce.

Comme nous avons remarqué que cette dernière pression n'étoit pas assez forte, nous avons ôté quelques poids du bassin A, et alors le gaz hydrogène s'est allumé.

A la fin de l'expérience, nous avons remis les poids que nous avions ôtés, et ce n'est qu'alors que nous avons examiné l'échelle; de sorte que nous nous sommes trouvés dans le même cas que si nous eussions eu constamment une pression d'un pouce d'eau.

La combustion a commencé à six heures et demie du soir; et nous avons fermé le robinet communiquant avec le gaz hydrogène, à dix heures 51 minutes.

Nous avons donné une ligne de pression au gazomètre B, parce que cette pression diminuant dans le haut et dans le bas de l'échelle, ainsi qu'on peut le voir dans les résultats du second paragraphe, nous étions alors, à très-peu-près, dans la même circonstance que si nous n'avions eu qu'une demi-ligne de pression. Si, à l'état d'horizontalité, nous avions mis zéro de pression, nous aurions eu, au haut et au bas de l'échelle, une traction d'une demi-ligne qui auroit pu nous nuire.

§. IX.

Seconde inflammation.

Le lendemain nous avons voulu recommencer la combustion, mais nous avons été plus de deux heures avant de pouvoir réussir. Il paroît que dans la première combustion, le cuivre s'étoit un peu oxidé, et que son oxide étoit resté dans le très-petit trou du tube (1). A six heures trente minutes, le gaz hydrogène s'étant enfin allumé, nous avons cru ne devoir cesser la combustion que quand nos fluides permanens seroient totalement consommés.

La flamme étoit petite, mais très-belle et parfaitement blanche. Nous avions de la peine à la distinguer pendant la journée, et nous étions obligés, pour nous assurer qu'elle existoit, de couvrir le ballon avec des feuilles de papier noir à l'aide desquelles nous pouvions l'appercevoir. Elle n'occupoit guères plus d'espace que la tête d'une grosse épingle.

Nous pouvions l'augmenter ou la diminuer à volonté, en chargeant ou déchargeant le bassin A.

A cette seconde inflammation, les pressions étoient d'une ligne pour le gazomètre B, et d'un pouce et demi pour le gazomètre A.

§. X.

De la manière de remplir les cylindres intérieurs, sans interrompre la combustion.

La difficulté que nous avions éprouvée pour enflammer

---

(1) On peut remédier à cet inconvénient, en employant un petit morceau de platine semblable à ceux dont on se sert pour les chalumeaux, et en le soudant au bout du tube de cuivre.

le gaz hydrogène à la seconde fois, nous ayant déterminés à ne point l'éteindre que l'expérience ne fût totalement finie, nous devions entretenir le plein des gazomètres, ou du moins les remplir lorsqu'ils étoient presque vuides, sans pourtant produire aucune secousse dans la flamme du ballon.

Nous nous sommes d'abord assurés, par plusieurs expériences très directes, que le zéro du nonius du gazomètre A parcouroit, à la pression d'un pouce et demi d'eau, 35 degrés de l'échelle par quart-d'heure; et qu'à la pression d'une demi-ligne d'eau, le zéro du nonius du gazomètre B ne parcouroit dans le même espace de temps que 17 degrés, pour entrenir la combustion du gaz hydrogène contenu dans l'espace représenté par les 35 degrés dont nous venons de parler.

A l'aide de ces premières données, nous ne risquions pas de nous tromper sur la quantité de fluide permanent qui se consommoit pendant les remplissages; car, si nous étions un quart-d'heure, par exemple, à remplir le gazomètre A, nous comptions 35 degrés en sus du nombre de degrés qui avoit été parcouru par le zéro du nonius entre les deux derniers remplissages.

Nous faisions la même opération pour le gazomètre B, avec cette seule différence, que pour un quart-d'heure que nous étions, par exemple, à le remplir, nous ne comptions que 17 degrés.

Lorsque nous voulions remplir le gazomètre A, nous mettions 2 pouces d'eau au-dessus de la planche de la cuve sur laquelle étoit la cloche qui communiquoit avec le cylindre intérieur; nous examinions alors la montre et l'échelle, nous ouvrions les robinets, et aussi-tôt le gaz hydrogène, dont la cloche étoit pleine, remontoit de 6 lignes pour se mettre en équilibre avec la pression du gazomètre qui étoit de 18 lignes. Nous transvasions ensuite du gaz hydrogène dans la cloche, à la manière ordinaire, et ce gaz passoit très-

promptement dans le cylindre intérieur, toujours pour établir l'équilibre de pression.

Dès que le gazomètre est rempli, on ferme les robinets, et on examine de nouveau l'échelle et la montre. Le degré auquel correspond une des divisions du nonius sert de départ, et la différence entre les deux examens de la montre indique la quantité de degrés qu'il faut ajouter à la course du nonius entre les deux derniers remplissages.

On examine encore la montre et l'échelle, lorsque le gazomètre a parcouru à peu-près l'espace déterminé, et on le remplit de la même manière que nous venons d'indiquer.

Lorsque nous voulions remplir le gazomètre B, nous ne mettions ordinairement que 7 ou 8 lignes d'eau au-dessus de la planche de la cuve, parce que la pression du cylindre intérieur n'étoit que d'une demi-ligne.

§. XI.

De la méthode que nous avons employée pour peser nos fluides permanens.

Pour connoître avec exactitude le poids de nos fluides permanens, il étoit nécessaire de peser ceux qui se trouvoient dans les cylindres intérieurs; nous avons en conséquence fait ajouter à l'un des tubes communiquans avec chaque cylindre intérieur, une vis sur laquelle nous pouvions adapter un ballon, dont le volume étoit d'environ neuf cents pouces cubes.

Nous faisions le vuide dans ce ballon, jusqu'à ce que le mercure ne fût plus qu'à une ligne au-dessus du niveau, et après l'avoir pesé, nous le vissions sur notre gazomètre. Nous examinions alors la montre et l'échelle, et nous ouvrions les deux robinets, à l'aide desquels nous pouvions établir une communication. Le ballon se remplissoit, et quand nous étions sûrs qu'il étoit bien plein, nous fer-

mions les robinets, et nous examinions de nouveau la montre et l'échelle. De la quantité de degrés que nous avions parcourues pendant cette opération, nous soustrayions celle qui avoit été employée à la combustion, et la différence nous donnoit le nombre des pouces cubes qui étoient entrés dans notre ballon. Nous le repésions ensuite, et nous divisions la différence des deux pesées par le nombre de pouces cubes entrés dans le ballon.

Nous avions, par ce moyen, le poids de chaque pouce cube des fluides permanens dont nous nous servions, et de plus l'avantage d'être dans les circonstances les plus favorables pour obtenir des résultats exacts.

Nous devons encore observer que dans toutes ces pesées, nous nous arrangions toujours pour ne toucher le verre du ballon que le moins qu'il nous étoit possible, afin de ne pas tomber dans une source d'erreur qui auroit pu devenir considérable.

Il faut avoir deux ballons, l'un pour le gaz hydrogène, l'autre pour l'air vital : en effet, comme on ne peut pas faire un vuide parfait, lorsqu'on a fait une pesée de gaz hydrogène, et qu'on a ensuite vuidé le ballon à l'aide de la machine pneumatique, il y reste encore une petite quantité de gaz hydrogène qui se mêle avec l'air vital qu'on y introduit ; si donc on veut se servir ensuite de cet air vital, il se trouve mélangé de gaz hydrogène, et, au bout d'un certain temps, il en pourroit contenir assez pour produire une détonation. Il est donc nécessaire d'avoir un ballon particulier pour chaque espèce de fluide permanent.

OBSERVATIONS.

Nous saisissions ordinairement, pour faire nos pesées, l'instant où la pression atmosphérique étoit correspondante à celle de 28 pouces de mercure, et où le thermomètre étoit dans

dans le gazomètre A, à 13½ degrés, et dans le gazomètre B, à 14 degrés (1).

Il n'est pas nécessaire, dans ces sortes de pesées, que le vuide du ballon soit parfaitement exact. Lors même qu'il n'est fait que partiellement, les résultats n'en sont pas moins concluans, parce qu'on ne détermine le volume des fluides permanens qui entrent dans le ballon, que par la course du nonius, et qu'on n'attribue la différence des deux pesées qu'à ce volume bien déterminé.

Nous devons observer à ce sujet, que la méthode que nous venons d'indiquer est préférable à celle qui est ordinairement employée pour déterminer le poids des fluides permanens, non-seulement parce qu'elle est plus commode, mais encore parce qu'elle est plus exacte.

La connoissance nécessaire du volume d'air atmosphérique restant dans le vase, après y avoir fait le vuide aussi exactement que le comportent nos machines pneumatiques; la nécessité de mettre au même niveau que celle de la cuve, l'eau contenue dans la cloche sur laquelle est vissé le ballon: toutes ces conditions qu'exige la méthode ancienne, augmentent les difficultés, et multiplient les causes d'erreur.

Il n'existe que deux moyens de faire passer dans les gazomètres, les fluides permanens qui ont servi aux pesées.

Le premier consiste à vuider le ballon à l'aide de la machine pneumatique, et à refouler ensuite dans le gazomètre le fluide permanent qu'on a pesé. Fortin a construit pour cette opération, des machines pneumatiques qui sont en même-temps foulantes et aspirantes.

Le second consiste à plonger le ballon dans l'eau, et à faire passer sous des cloches le fluide permanent qu'il contient.

---

(1) Le gazomètre B étoit du côté d'une fenêtre sur laquelle donnoit quelquefois le soleil; et c'est probablement pour cette raison que sa température a constamment été pendant la journée, à ½ degré au-dessus de celle du gazomètre A.

La première de ces méthodes comporte quelques sources d'erreur, qu'il est nécessaire d'indiquer. Ne pouvant, en effet, faire un vuide parfait dans le corps de pompe, il y reste toujours une petite quantité de gaz azote, qui, se mêlant ensuite, soit avec le gaz hydrogène, soit avec l'air vital, peut, lorsqu'on répète souvent la même opération, produire une différence sensible dans les résultats.

La seconde est encore plus incommode, parce que, après avoir mouillé les parois intérieurs du ballon, il faut les sécher avant de faire une seconde expérience.

Pour éviter tous ces inconvéniens, nous perdions les échantillons qui nous servoient à déterminer le poids des fluides permanens employés.

§. XII.

Moyens de connoître le volume des fluides employés pendant l'expérience.

Nous allons d'abord donner une idée de la manière de tenir note des renseignemens nécessaires à cette détermination.

1°.

GAZOMÈTRE A.

Gaz hydrogène.

Première combustion.

Commencement de la combustion.

Baromètre . . . . 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne,

Thermomètre. . . 13 degrés.

Point de départ. . 1764e degré.

Fin de la combustion.

Fermeture. . . . . 148e degré,

Baromètre. . . . . 28 pouces $\frac{1}{15}$ de ligne,

Thermomètre. . . 13 degrés.

Résultat.

N°. Ier.

Départ. . . . . 1764e degré,

Fermeture. . . 148e

Parcouru. . . 1616 degrés.

Pression add. . 1 pouce d'eau

Température, 13 degrés.

Pression barométrique, 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne.

1°.

GAZOMÈTRE B.

Air vital.

Première combustion.

Commencement de la combustion.

Baromètre . . . . 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne,
Thermomètre . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés,
Point de départ. . 1333e degré.

Fin de la combustion

Fermeture. . . . . 599e degré,
Baromètre. . . . . 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne,
Thermomètre. . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Résultat.

N°. Ier.

Départ. . . . . 1333e degré,
Fermeture. . . 599e degré,
Parcouru . . . 734 degrés.

2°.

GAZOMÈTRE A.

Gaz hydrogène.

Seconde combustion.

Modèles pour le calcul des remplissages, tant des gazomètres, que du ballon propre à peser les fluides permanens.

Baromètre . . . . 27 pouces 11 $\frac{6}{10}$ lignes,
Thermomètre. . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés,
Point de départ. . 1760e degré.

Premier remplissage du gazomètre.

Heure de l'examen, minuit 10 minutes,
Echelle . . . . . 595e degré,
Nouvel examen, minuit 25 minutes,
Echelle . . . . . 1842e degré,
Baromètre. . . . 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne,
Thermomètre. . 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Gaz hydrogène employé à la combustion,

RÉSULTATS.

N°. Ier.

Départ . . . . 1760e degré,
Examen. . . . . . . 595e degré,
Course . . . . 1165 degrés.
15 minutes pour le remplissage 35
Employé. . . . . . 1200 degrés.

Pression additionn. 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'eau.
Pression barométri. . 27 pi. 11po. 9 lig.
Température . . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Remplissage du ballon.

Examen . . . . . . minuit 46 minutes.
Echelle. . . . . . . 1792e degré,
Nouvel examen . . minuit 49 minutes,
Echelle. . . . . . . 973e degré,
Baromètre. . . . . 28 pouces,
Thermomètre . . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Gaz hydrogène employé à la combustion.

RÉSULTATS.

N°. II.

Départ. . . . . 1842e degré,
Examen . . . . 1792e degré,

Course. . . . . 50 degrés.
3 minutes . . . . . . 7 degrés.

Employé. . . . . . . 57 degrés.

Pression additionn. . 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'eau.
Pression baromét. . 28 pouces $\frac{1}{10}$ de lig.
Température . . . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Premier remplissage du ballon.

Examen . . . . 1792e degré,
2e Examen. . . . . . 973e degré,

Course . . . . 819 degrés.
Otez, temps du remplissage, 3 minutes . 7

Reste. . . . . . 812 degrés.

Pression baromét. . . 28 pouces.
Pression additionnelle 1 $\frac{1}{2}$ p. d'eau,
Température . . . . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Second remplissage du gazomètre.

Examen. . . . . . 5 heures 1 min. du mat.
Echelle . . . . . . 392e degré,
Nouvel examen. . 5 heures 4 minutes.
Echelle. . . . . . 1830e degré.
Baromètre . . . . 28 pouces $\frac{6}{10}$ de ligne.
Thermomètre . . 13 degrés.

Gaz hydrogène employé à la combustion.

RÉSULTATS.

N°. III.

Départ. . . . . 973e degré,
Examen . . . . 392e degré,

Course . . . . 581 degrés,
3 minutes. . . . . . . 7 degrés.

Employé . . . . 588 degrés.

Pression additionnelle, 1 $\frac{1}{2}$ po. d'eau,
Pression baromét. . . 28 po. $\frac{3}{10}$ de ligne,
Thermomètre. . . . 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Nous devons observer que lorsque la pression barométrique et la température différoient à la fin d'un remplissage et au commencement du suivant, nous avions soin de prendre la moyenne.

Au commencement de la seconde combustion, par exemple, le baromètre étoit à. . . . . 27 pouc. 11,6 lig.

Au commencement de la seconde combustion, par exemple, le baromètre étoit à.	27 pouc.	11,6 lig.
Et au commencement du premier remplisage, il étoit à	28 . . .	0,2
Ajoutant ces deux nombres, on a un total de	55 . . .	11,8
dont la moitié qui est de	27 . . .	11,9.

représente la pression barométrique qu'a supportée le volume du gaz hydrogène contenu dans les 1200 degrés de l'échelle qui ont été parcourus entre le commencement de la seconde combustion et le premier remplissage du gazomètre A.

Nous opérions de la même manière pour les températures; nous ajoutions ensemble celle qui étoit observée à la fin d'un remplissage, et celle qui étoit observée à la fin du suivant : la moyenne de cette somme nous donnoit la température exacte du fluide permanent employé.

Nous ne présentons pas ici des modèles de remplissages, tant du gazomètre B que du ballon qui servoit à peser l'air vital, parce que les précautions nécessaires pour cette opération sont semblables à celles que nous venons d'indiquer pour le gazomètre A, avec cette seule différence que, dans la première de ces deux circonstances, c'est-à-dire, lorsqu'on opère sur le gazomètre B, il ne faut compter pour la course du nonius, en un quart-d'heure, que 17 degrés.

Modèles des corrections relatives aux pressions et aux dilatations.

Si la température de la chambre dans laquelle nous avons fait notre expérience, n'avoit éprouvée aucune variation,

il nous auroit sufi de prendre la moyenne de toutes nos pesées, et d'en déduire le poids des fluides employés; mais comme cette variation a été d'un demi-degré, tantôt en plus, tantôt en moins, et que le nombre de nos pesées n'a pas été aussi considérable que celui de ces variations, nous nous sommes déterminés à peser nos fluides à la température qu'ils avoient le plus constamment, et à ramener leur volume à celui qu'ils auroient occupé s'ils eussent toujours eu cette température.

Toutes les pesées de notre gaz hydrogène ayant été faites à une température de 15 ½ degrés, et celles de l'air vital ayant été faites à une température de 14 degrés, nous avons ramené le volume de notre gaz hydrogène à celui qu'il auroit occupé à une température de 15 ½ degrés, et celui de notre air vital au volume qu'il auroit occupé à une température de 14 degrés.

Nous avons de même ramené le volume de nos fluides à celui qu'ils auroient occupé s'ils n'eussent été comprimés que par une colonne de 28 pouces de mercure. Nous nous sommes déterminés d'autant plus facilement à cette correction, qu'elle facilitoit beaucoup les rapports, et ne présentoit aucune source d'erreur, en ce que la réduction étoit également faite et sur les fluides employés, et sur ceux qui servoient aux pesées.

Nous nous sommes servi pour les corrections relatives aux températures, des énoncés de Guiton et Duvernois, suivant lesquels l'air vital se dilate par chaque degré, depuis le terme de la glace fondante jusqu'au 20e degré, de $\frac{1}{442,5}$ de son volume, tandis que le gaz hydrogène se dilate dans le même espace, de $\frac{1}{238,6}$ par chaque degré.

Il est probable que ces déterminations ne s'éloignent pas sensiblement de la vérité : or, comme nos corrections n'ont gueres été que d'un demi-degré, tantôt en plus, tantôt en

moins, les très-petites erreurs dans lesquelles nous avons pu tomber, ont dû, à très-peu-près, se compenser.

Commençons donc par les corrections relatives aux pressions, et nous établirons ensuite celles qui concernent la température.

Corrections relatives à la pression.

Dans la première combustion, par exemple, l'air vital et le gaz hydrogène éprouvoient une pression barométrique de 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne de mercure; mais le dernier éprouvoit de plus que le second, une pression additionnelle de 1 pouce d'eau. Ramenons donc d'abord le volume de l'air vital a celui qu'il auroit occupé à une pression de 28 pouces de mercure, et nous ferons ensuite la même opération pour le gaz hydrogène.

Nous avons vu dans le IVe paragraphe, qu'à une pres- de 28 pouces $\frac{1}{10}$ de ligne de mercure, plus un pouce d'eau chaque degré de l'échelle équivaloit à 1,01 pouce cube: or, comme nous avons parcouru 1616 degrés, il en résulte que nous avons employé 1632,16 po.; car 1,01 × 1616 = 1632,16 (1).

Nous avons vu de même qu'à une pression de 28 pouces, chaque degré du gazomètre B équivaloit à 1,00618, d'où il résulte qu'à une pression de 28 pouce $\frac{1}{10}$ de ligne, il équivaloit à 1,0064704 po.: car 336 : 336,1 :: 1,00618 : x; et x = 1,0064704. Multipliant ce nombre par 754, nombre des degrés parcourus, on a pour produit 758,756, nombre qui nous représente le volume de l'air vital employé à cette première combustion, réduit à une pression de 28 pouces de mercure.

---

(1) Nous ne tenons pas compte ici de la ligne de pression qu'éprouvoit le gazomètre A à l'état d'horizontalité, parce que, dans le haut et dans le bas de l'échelle, elle devenoit nulle.

Corrections relatives à la dilatation.

Le poids de notre gaz hydrogène ayant été déterminé à une température de 13 ½ degrés, et la température de celui qui a été consommé dans la première combustion n'étant que de 13 degrés, nous devons ramener son volume à celui qu'il auroit occupé, si sa température eût été de 13 ½ degrés, précaution sans laquelle nous évaluerions son poids au-dessous de ce qu'il étoit réellement, puisqu'il est certain que moins un fluide est dilaté, et plus il pèse sous un volume donné.

Il ne s'agit, pour faire cette correction, que de diviser le volume du gaz hydrogène employé par le nombre 238,6, et de multiplier le quotient qui en résulte par le nombre des degrés supérieurs ou inférieurs au nombre 13 ½ degrés. On soustrait ensuite ce produit du volume du fluide employé, si la température étoit, lors de l'expérience, au-dessus du 13 ½ degré; et on l'ajoute, au contraire, lorsqu'elle étoit au-dessous. Présentons un exemple.

Nous venons de voir que le volume du gaz hydrogène employé dans la première combustion étoit, après avoit fait les corrections relatives aux pressions, de 1632,16 pouces cubes. Divisant ce dernier nombre par 238,6, c'est-à-dire, prenant la 238,6e partie de ce nombre, nous avons pour quotient 6,84, ce qui nous indique que le volume des 1632,16 pouces cubes devoit augmenter ou diminuer de 6,84 pouces cubes, par chaque degré du thermomètre, dans les 20 premiers de l'échelle. Mais comme dans la première combustion, la température étoit de 13 degrés, et que nous devons la ramener à 13 ½ degrés, notre correction doit être additionnelle, puisqu'il est certain que nos 1632,16 pouces cubes auroient occupé plus de volume, si leur température eût été plus élevée. Ajoutant donc à 1632,16, la moitié de 6,84 qui est égale à 3,42, nous avons un total de 1635,58, qui nous représente le volume qu'auroit occupé le gaz hydrogène

gène que nous avons employé à cette première combustion, s'il eût été comprimé par 28 pouces de mercure, et s'il eût eu une température de 13 ½ degrés.

Nous devons faire la même correction pour l'air vital, dont le poids fût déterminé à la température de 14 degrés; nous devons ramener son volume à celui qu'il auroit occupé à une pression de 28 pouces de mercure, et à une température de 14 degrés. Divisant donc 738,756, par 442,5, nous avons pour quotient 1,67, dont la moitié ajoutée à 738,756, donne un total de 739,791 pouces, nombre qui représente le volume qu'auroit occupé l'air vital employé dans la première combustion, si sa température eût été de 14 degrés, la pression n'étant de même que de 28 pouces de mercure.

§. XIII.

Modèle de calcul pour déterminer le poids des fluides permanens dont on se sert.

GAZ HYDROGÈNE.

Premier remplissage du ballon, et conséquemment première pesée.

Baromètre	28 pouces,
Thermomètre	13 ½ degrés,
Course du nonius	812 degrés.

Le gaz hydrogène, qui étoit renfermé dans l'espace représenté par ces 812 degrés, étoit comprimé par 28 pouces de mercure plus un pouce et demi d'eau : or nous avons vu dans le IVe paragraphe, qu'à cette pression chaque degré

équivaloit à 1,01102; multipliant donc 812 par 1,01102, nous avons pour le volume entré dans le ballon 820,948.

Mais comme le ballon vuide pesoit. .	$2^{liv.}$	$9^{onc.}$	7^{gros}	$59^{gr.}$
et que contenant les 820,948 pouces cubes de gaz hydrogène, il pesoit . . .	2	10	»	$20\frac{1}{4}$
Différence.	»	»	»	$38\frac{3}{4}$ gr.

il en résulte que chaque pouce cube de notre gaz hydrogène à la pression de 28 pouces de mercure, et à la température de $15\frac{1}{2}$ degrés, pesoit 0,040501 de grain; car $\frac{33,25}{820,948} = 0,040501$.

Nous avons pesé à différentes reprises le gaz hydrogène que nous avons employé, et quoique les résultats que nous avons obtenus ayent été à très-peu-près semblables, cependant, pour nous rapprocher, autant qu'il étoit possible, de la vérité, nous avons pris une moyenne entre toutes nos déterminations.

	de grain.
1re pesée. Poids de chaque pouce cube. . .	0,040501
2e pesée.	0,040483
3e pesée.	0,040454
4e pesée.	0,040370
Total. . . .	0,161808
Moyenne . .	0,040452

Ainsi chaque pouce cube du gaz hydrogène que nous avons employé pesoit, à la température de $15\frac{1}{2}$ degrés, et à une pression de 28 pouces de mercure, 0,040452 de grain.

AIR VITAL.

Première pesée.

Baromètre.	28 pouces.
Thermomètre	14 degrés.
Course du nonius	805 degrés.
Qui équivalent à	809,9749 po. c. (1).

	liv.	onc.	gr.	
Le ballon vuide pesoit	2	9	9	61 $\frac{1}{2}$.
Rempli des 809,9749 pouces cubes d'air vital, il pesoit.	2	10	5	27 $\frac{1}{2}$.
Différence.	»	»	5	58

Il résulte donc de cette première pesée, que chaque pouce cube d'air vital, à la pression de 28 pouces de mercure, et à la température de 14 degrés, pesoit, 0,491373; car $\frac{398}{809,9749} = 0,491373$.

Nous avons fait deux pesées sur l'air vital, et nous avons pris la moyenne. Nous n'avons pas multiplié davantage ces pesées, parce que le muriate sur-oxigèné qui nous a servi avoit été obtenu de la même manière, et dans la même opération.

	de grain.
1ere. pesée. Poids de chaque pouce cube . . .	0,49213
2e. pesée.	0.49287
Total.	0,98500
Moyenne.	0,4925

(1) Nous avons vu en effet dans le quatrième paragraphe, qu'à une pression de 28 pouces de mercure, et supposant zéro de pression additionnelle, chaque degré de l'échelle B correspondoit à 1,00618 pouc.; multipliant donc 805 par 1,00618, on a pour produit 809,9749.

Ainsi chaque pouce cube de l'air vital que nous avons employé, pesoit, à la température de 14 degrés, et à la pression de 28 pouces de mercure, 0,4925 de grain.

§. XIV.

Volume total du gaz hydrogène que nous avons employé, réduit à une pression de 28 pouces de mercure, et à une température de 13 ½ degrés.

			pouc. cub.
N°.	1er.	1re. combustion.	1635,580
N°.	2e	2e combustion	1211,281
N°.	3e	*Idem.*	57,645
N°.	4e	*Idem.*	594,231
N°.	5e	*Idem.*	251,161
N°.	6e	*Idem.*	1635,610
N°.	7e	*Idem.*	1578,428
N°.	8e	*Idem.*	61,847
N°.	9e	*Idem.*	133,833
N°.	10e	*Idem.*	1177,026
N°.	11e	*Idem.*	1055,649
N°.	12e	*Idem.*	1085,352
N°.	13e	*Idem.*	132,610
N°.	14e	*Idem.*	974,623
N°.	15e	*Idem.*	155,697
N°.	16e	*Idem.*	1762.350
N°.	17e	*Idem.*	207,181
N°.	18e	*Idem.*	75,467
N°.	19e	*Idem.*	1463,913
N°.	20e	*Idem.*	1427,490
N°.	21e	*Idem.*	66,348
			16,743,322.

	Ci-contre. . . .	16,743,322.
N°. 22e	*Idem.*	720,425
N°. 23e	*Idem.*	946,053
N°. 24e	*Idem.*	264,595
N°. 25e	*Idem.*	514,453
N°. 26e	*Idem.*	712,449
N°. 27e	*Idem.*	926,111
N°. 28e	*Idem.*	66,710
N°. 29e	*Idem.*	1716,022
N°. 30e	*Idem.*	1638,778
N°. 31e	*Idem.*	1558,929
N°. 32e	*Idem.*	172,716
	Total. . . .	25980,565p. c.

§. XV.

Volume total de l'air vital que nous avons employé, réduit à une pression de 28 pouces de mercure, et à une température de 14 degrés.

N°. 1er.	1re combustion.	759,791
N°. 2e.	2e combustion.	1586,858
N°. 3e.	*Idem.*	1524,342
N°. 4e.	*Idem.*	992,304
N°. 5e	*Idem.*	643,116
N°. 6e	*Idem.*	839,416
N°. 7e	*Idem.*	793,489
N°. 8e	*Idem.*	972,380
N°. 9e	*Idem.*	664,677
N°. 10e	*Idem.*	893,542
		9,649,915.

	De l'autre part.	9,649,915
N°. 11e	*Idem.*	39,197
N°. 12e	*Idem.*	63,389
N°. 13e	*Idem.*	1405,721
N°. 14e	*Idem.*	23,007
N°. 15e	*Idem.*	235,468
N°. 16e	*Idem.*	513,632
N°. 17e	*Idem.*	548,771
	Total..	12479,080 p. c.

§. XVI.

Examen du fluide permanent restant dans le ballon à la fin de la combustion.

Le vendredi, 22 mai 1790, nous procédâmes, en présence des commissaires nommés par l'Académie, à l'ouverture du ballon dans lequel s'étoit opéré la combustion.

Comme il étoit nécessaire que nous prissions un échantillon du fluide permanent que contenoit ce ballon, nous y adaptâmes un tube de verre, presque plein de nitrate de chaux bien déliquescent, et communiquant avec une machine pneumatique aspirante et foulante; de cette machine partoit un tube recourbé qui alloit plonger dans une bouteille pleine d'eau de chaux que nous avions pesée avec exactitude et que nous avions fait communiquer avec une cuve hydro-pneumatique.

Après avoir fait le vuide dans le corps de pompe et dans tous les tuyaux, nous ouvrîmes le robinet communiquant au ballon, et nous fîmes mouvoir les pistons jusqu'à ce que le mercure s'éleva de quatre pouces dans le baromètre. Nous ne crûmes pas devoir pousser plus loin cette opération, dans la crainte que l'eau du ballon ne se vaporisât;

d'ailleurs, les 135,5 pouces cubes que nous avions retirés par ce moyen, formoient un échantillon assez considérable pour déterminer avec exactitude les proportions du résidu.

Le poids du sel déliquescent fut augmenté d'un grain, mais comme cette augmentation ne dépendoit que de l'eau tenue en dissolution dans les 135,5 pouces cubes de fluide permanent retirés du ballon, nous n'en tînmes compte que pour l'ajouter à l'augmentation de poids de l'eau de chaux.

A l'instant où nous fîmes cette opération, la pression barométrique étoit de 28 pouces, et la température étoit de 13 $\frac{1}{2}$ degrés.

Nous lavâmes ensuite, dans de nouvelle eau de chaux, les 135,5 pouces cubes que nous avions obtenus, et nous reconnûmes qu'il n'y restoit plus de gaz acide carbonique.

Nous en fîmes alors passer six pouces cubes dans une cloche pleine de mercure, et nous essayâmes d'y faire brûler du phosphore; mais aussitôt qu'il fut allumé, nous eûmes une légère détonation, qui chassa le mercure contenu dans la cloche.

Nous pesâmes exactement la bouteille d'eau de chaux, et après avoir fait plusieurs autres essais, tant avec l'eudiomètre de Volta, qu'avec un nouvel eudiomètre que je présenterai incessamment à l'Académie, nous reconnûmes que le ballon, à l'instant de son ouverture, contenoit en fluides permanens.

Gaz azote.	467 pouces cubes,
Gaz acide carbonique	39
Air vital.	465
Gaz hydrogène	16
Total.	987

Le ballon, au commencement de l'expérience, en contenoit	1011
Différence.	24
Sur quoi ôtant le volume occupé par l'eau formée	19,5
Reste un déficit de .	4,5 p. c.

OBSERVATIONS.

On pourroit prendre un échantillon des fluides permanens contenus dans le ballon, d'une manière encore plus expéditive. Il faudroit avoir une bouteille de deux pintes environ ; la garnir d'un robinet de cuivre ; déterminer exactement son volume, par la comparaison du poids de l'eau distillée qu'elle pourroit contenir ; y faire le vuide ; la visser sur le ballon, et ouvrir les robinets communiquans : elle se rempliroit ; et alors, fermant les robinets ; la dévissant ; faisant passer, dans une cloche pleine de mercure, le fluide permanent qu'elle contiendroit ; déterminant exactement le volume de ce fluide, à l'aide des divisions préalablement faites sur la cloche ; diminuant de ce volume total, celui de l'air atmosphérique qui resteroit encore dans la bouteille, après être sortie de dessus la machine pneumatique ; absorbant le gaz acide carbonique avec de l'alkali caustique ; et employant enfin les eudiomètres, on analyseroit très-commodément le résidu. Mais nous n'avons pensé à cette méthode que lorsque l'expérience fut totalement finie.

Nous avons déterminé le volume du gaz acide carbonique contenu dans le ballon, par l'augmentation du poids de l'eau de chaux que contenoit notre bouteille. Cette augmentation

a été

a été de.	2,8 grains.
A quoi ajoutant l'augmentation de poids du sel déliquescent (1). . . .	1
Nous avons un total de . . .	3,8 grains,
qui, d'après les Tables de Lavoisier, répondent à	5,5 pouc. cub.
de gaz acide carbonique, car 0,68985 : 1 :: 3,8 : 5,5,	
A quoi ajoutant les	135,5 pou. cub.
nous avons pour le volume total du fluide permanent retiré du ballon.	141 pouc. cub.

Mais le vuide que nous avons fait n'étoit que de 4 pouces; et la pression barométrique étoit de 28 pouces à l'instant où nous l'avons fait : nous devons donc, pour connoître le volume du fluide permanent contenu dans le ballon, à la fin de l'expérience, faire ce raisonnement simple; si 4 pouces de mercure représentent 141 pouces cubes, combien 28 pouces représenteront ils? ou autrement, $4 : 141 :: 28 : x$, et $x = 987$.

Quant à la quantité de gaz hydrogène qui se trouvoit dans le mélange, nous n'avons pu l'évaluer que par approximation; nous pouvons cependant assurer que l'erreur commise dans cette circonstance, ne peut être, tout au plus, que d'un ou de deux pouces cubes, soit en plus soit en moins.

Pour connoître la quantité de gaz azote qui restoit dans

(1) On conçoit en effet que le fluide permanent, ayant abandonné au sel déliquescent l'eau qu'il tenoit en dissolution, devoit en dissoudre une égale quantité en traversant l'eau de chaux.

le résidu, nous avons d'abord soustrait, à l'aide de l'eudiomètre de Volta, des	135,5 pou. cub.
de fluides permanens passés à l'eau de chaux, les	2,5
pouces cubes de gaz hydrogène qu'ils contenoient, et il nous est alors resté. . .	133 pouc. cub.
De ces 133 pouces nous en avons pris 10, ci.	10 pouc. cub.
qui, après la combustion du phosphore, ont été réduits à	5,01
Or si nous retirons des	987 pouc. cub.
contenus dans le ballon, gaz acide carbonique. . . 39, gaz hydrogène . . . . 16 } 55, ci. .	55
il nous restera.	932 pouc. cub.

Nous connoîtrons donc la quantité de gaz azote contenue dans le ballon, en faisant ce raisonnement simple ; si 10 pouces contiennent 5,01 de gaz azote, combien 932 en contiendront-ils ? ou $10 : 5{,}01 :: 932 : x$, et $x = 466{,}93$.

§. XVII.

Poids de l'eau que nous avons obtenue, et des fluides permanens qui ont été consommés.

GAZ HYDROGÈNE.

		Poids.
Il résulte des énoncés précédens que le volume du gaz hydrogène que nous avons employé, réduit à une pression de 28 pouces de mercure, et a une température de 13 ÷ degrés, étoit de	pouces cubes 25980,563	
sur quoi ôtant les 17 pouces restans dans le ballon, ci.	17	
reste net pour le volume du gaz hydrogène qui a servi à la formation de l'eau.	25963,563	
qui multipliés par 0,040452, donnent pour le poids du gaz hydrogène employé.	grains. 1050,278	
sur quoi ôtant pour la quantité de carbone fournie par le gaz hydrogène, pendant la formation des 36 pouces cubes de gaz acide carbonique.	10,920	
Reste net pour le poids du gaz hydrogène qui est entré dans la composition de l'eau.	grains. 1039,558.	gaz hydrogène. grains. 1039,358

Air vital.

Nous avons reconnu par une analyse exacte de notre air vital, que sur 100 pouces cubes, il contenoit 3 pouces cubes de gaz azote, et 97 pouces d'air vital pur.

			Gaz hydrogène. grains.
De l'autre part.			1039,358
Or, comme nous en avons employé,			
1°. Pour le premier remplissage du ballon, avant d'allumer le gaz hydrogène		pouces cubes. 996,118	
2°. Pendant le cours de l'expérience.		12479,080	
Total.		13475,198	
	Gaz azote.	Air vital pur.	
Il en résulte que ces 13475,198 po. cub. contenoient (1) . . .	404,256	13070,942	
A quoi ajoutant pour les 15 po. d'air atmosphérique contenus dans le ballon au commencement de l'expérience. . .	11	4	
nous avons un total de.	415,256	13074,942	
Mais de ces . . . . pouces cubes d'air vital, il en restoit dans le ballon à la fin de l'expérience . . . , . 465 po. c.		13074,942	
à quoi ajoutant 39 pouces pour la quantité qui a servi à la formation des 39 po. cubes de gaz acide carbonique.	39		
on a un total de. .	504 pou. c.	504	

(1) En effet, 100 : 13475,198 : : 3 : x, et $x = 404,256$; et 100 : 13475,198 : : 97 : x; $x = 13070,942$.

		Gaz hydrogène. grains.
De l'autre part		1039,358
Soustrayant ce dernier nombre des 13074,942 pouces cubes d'air vital employé, il nous reste pour le volume qu'occupoit, à une pression de 28 pouces de mercure, et à une température de 14 degrés, l'air vital qui a servi à la formation de l'eau.	12570,942	
Mais nous avons vu ci-dessus que chaque pouce cube de notre air vital pesoit 0,4925 de grain,		
et conséquemment que 100 pouces cubes pesoient.	grains. 49,250	
Or, comme il contenoit, sur 100 pouces, 3 pouces de gaz azote, nous devons retrancher de ces 49,25 grains le poids de 3 pouces de gaz azote, et le résultat nous indiquera le poids de 97 pouces d'air vital pur; si donc nous partons des données qui ont été présentées par Lavoisier sur le gaz azote, nous aurons pour le poids des 3 pouces $0{,}44444 \times 3 =$ . .	1,3333	
et conséquemment, il nous restera pour le poids de 97 pouces d'air vital pur	47,91668	
d'où il résulte que chaque pouce cube d'air vital pur, à la pression de 28 pouces de mercure et à la température de 14 deg. pesoit . .	de grains. 0,493986	

	gaz hydrogène. grains.
De l'autre part.	1039,358
car 97 : 47,91668 :: 1 : x, et x = 0,493986, nombre qui, multiplié par 12570,942, donne pour le poids de l'air vital employé à la formation de l'eau que nous avons obtenue.	air vital. 6209,869
Ainsi donc la réunion des poids du gaz hydrogène et de l'air vital qui ont servi, dans notre expérience, à la compositionde l'eau, forme un total de.	grains. 7249,227

qui égalent	12 onces	4 gros	49,227 grains.
mais nous avons obtenu.	12	4	45 grains d'eau.
le déficit n'est donc que de. . . .	»	»	4,227 grains.

OBSERVATIONS.

Il résulte des essais eudiométriques ci-dessus énoncés,

que le volume total de l'air vital que nous avons employé, ne contenoit que.	415,256 po. cub.
de gaz azote. Il s'en est trouvé cependant, à la fin de l'expérience.	467
L'excès du gaz azote est donc de. . . .	51,744 po. cub.

Cette augmentation provient très-probablement de la petite quantité d'air atmosphérique qui restoit dans les cylindres intérieurs, à l'instant où nous avons commencé à les remplir. Nous avons eu, à la vérité, la précaution d'y faire passer d'abord, dans l'un de l'air vital, et dans l'autre du gaz hydrogène, et nous avons ensuite perdu ces premières portions, dans l'intention de bien nétoyer les cylindres intérieurs; mais quelques précautions que nous ayons prises,

il ne nous a pas été possible d'expulser totalement l'air atmosphérique qui se trouvoit dans les cônes et dans une petite partie de la calotte. C'est donc, très-probablement, à cette petite portion d'air atmosphérique, que nous devons attribuer les 51 pouces de gaz azote qui étoient en excès : cette augmentation ne pouvoit, en effet, provenir du gaz hydrogène, puisque nous avons reconnu, par des expériences exactes, qu'il n'en contenoit pas du tout.

On peut, en répétant plusieurs fois le lavage, diminuer beaucoup cette augmentation, mais il est extrêmement difficile de la faire entièrement disparoître, parce qu'il est nécessaire que le tube intérieur soit plus élevé que les bords du cylindre extérieur, afin que l'eau n'y entre pas. Ce petit inconvénient ne peut d'ailleurs apporter aucune source d'erreur dans l'expérience, comme on pourroit le croire au premier apperçu, puisqu'il est constant que l'air vital qui sert à remplacer dans le cône le gaz azote qui a passé dans le ballon, occuperoit dans ce ballon la place du gaz azote, et seroit défalqué de la quantité d'air vital servant à la formation de l'eau.

§. XVIII.

Examen de l'eau que nous avons obtenue.

L'eau que nous avons obtenue fut examinée avec le plus grand soin par Lavoisier, Brisson, Meusnier et la Place, nommés commissaires par l'Académie, pour lui rendre compte de notre expérience.

Elle ne manifesta aucun signe d'acidité, et ne rougit en aucune manière les papiers teints de violettes et de mauve. Mêlée avec un peu de dissolution de nitrate de chaux, elle ne forma ni précipité ni nuage. Sa pesanteur spécifique étoit à celle de l'eau distillée, comme 18671 : 18670. Elle avoit enfin toutes les propriétés de l'eau distillée la plus pure.

§. XIX.

Rapport qui existe entre le volume de l'air vital et le volume du gaz hydrogène qui sont nécessaires à la formation de l'eau, lorsque ces fluides sont à une température de 14 degrés, et qu'ils éprouvent une pression de 28 pouces de mercure.

Comme les rapports qu'on peut établir entre les fluides permanens sont d'autant plus exacts qu'on fait moins de réductions, nous allons ramener à une température de 14 degrés, et à une pression de 28 pouces de mercure, le volume des fluides permanens qui ont servi à la formation de l'eau que nous avons obtenue.

Nous n'aurons par ce moyen aucune réduction à faire pour l'air vital, et comme celle que nous ferons relativement au gaz hydrogène ne sera que d'un demi-degré, nous serons certains que ce rapport approchera beaucoup de la vérité.

Le volume du gaz hydrogène que nous avons employé, étoit à la pression de 28 pouces de mercure, et à la température de 13 ½ degrés, de 25963,563 pouces cubes; divisant ce nombre, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, par 238,6, nous avons pour quotient 108,81 dont la moitié

			gaz hydrogène. pouces cubes.
qui est de	54,405 po. c.		
ajoutée à	25963,563		
donne un total de . . .	26017,968		26017,968

qui représente le volume qu'auroit occupé le gaz hydrogène qui est entré dans la composition de l'eau que nous avons obtenue, si la température de ce gaz eût été de 14 degrés, la pression barométrique étant représentée par 28 pouces de mercure.

Mais

Mais nous avons vu ci-dessus que le volume de l'air vital qui a servi à la formation de l'eau, étoit à la pression de 28 pouces de mercure, et à la température de 14 degrés, de . .	Air vital. pouces cubes. 12570,942

Nous pouvons donc conclure que les volumes de l'air vital et du gaz hydrogène, qui sont nécessaires à la formation de l'eau, sont entr'eux, lorsque ces fluides permanens ont une température de 14 degrés, et qu'ils sont comprimés par 28 pouces de mercure, comme 12570,942 : 26017,968, ou comme 1 : 2,069.

§. XX.

Rapport qui existe entre le volume de l'air vital et le volume du gaz hydrogène qui sont nécessaires à la formation de l'eau, lorsque ces fluides sont à une température de 10 degrés, et qu'ils éprouvent une pression de 28 pouces de mercure.

Gaz hydrogène.

Volume du gaz hydrogène que nous avons employé, la pression étant de 28 pouces de mercure, et la température étant de 13 ½ degrés . . .		pouces cubes. 25963,565
divisant ce nombre par 238,6, on a pour quotient	108,81	
qui, multiplié par	3,5	
donne pour produit	380,835	
soustrayant ce nombre des 25963,565 . .		380,835
le reste qui est de		25582,273

nous représente le volume qu'auroit occupé le gaz hydrogène qui est entré dans la composition de l'eau que nous

avons obtenue, si nous avions employé ce gaz à une température de 10 degrés, et à une pression de 28 pouces de mercure.

Air vital.

Volume de l'air vital que nous avons employé, la pression étant de 28 pouces de mercure, et la température étant de 14 degrés . . . . pouces cubes. 12570,942

divisant ce nombre par 442,5, on a pour quotient	28,4	
qui, multiplié par	4	
donne pour produit	113,6	
soustrayant ce nombre des 12570,942 . .		113,6
le reste qui est de		12457,342

nous représente le volume qu'auroit occupé l'air vital qui a servi à la composition de l'eau que nous avons obtenue, si sa température eut été de 10 degrés, la pression barométrique étant de même représentée par 28 pouces de mercure.

En rapprochant ces deux résultats, nous pouvons conclure que les volumes de l'air vital et du gaz hydrogène qui sont nécessaires à la formation de l'eau, sont entr'eux, lorsque la température de ces fluides permanens est de 10 degrés, et que la pression barométrique est représentée par 28 pouces de mercure, comme 12457,342 : 25582,75, ou comme 1 : 2,052.

La différence qui existe entre ce rapport et celui énoncé dans le paragraphe précédent, provient de la réduction que nous sommes obligés de faire dans cette circonstance; cette différence prouve ou que la marche des dilatations de l'air vital et du gaz hydrogène n'est pas déterminée avec assez d'exactitude, ou qu'elle ne suit pas, pour ces deux

fluides, une progression semblable, de sorte que le rapport existant entre la dilatation de l'air vital et celle du gaz hydrogène varie à chaque augmentation ou diminution de température.

Pour connoître avec la plus grande exactitude le volume de l'air vital et du gaz hydrogène qui sont nécessaires à la formation de l'eau, à la température de 10 degrés, il faudroit les employer à cette température.

§. XXI.

Rapprochemens des résultats que renferme ce mémoire, réduits à la température de 10 *degrés, et à la pression de* 28 *pouces de mercure; et conséquences qu'on en peut déduire.*

Volume du gaz hydrogène qui a servi à la formation de l'eau . . . . 25582,730 po. c.

Volume de l'air vital qui a servi à la formation de l'eau 12457,342

Volume total . . . . 38040,072 po. c.

Poids de chaque pouce cube de gaz hydrogène retiré d'une dissolution de zinc dans un mélange de sept parties d'eau sur une d'acide sulfurique concentré, et lavé dans de l'alkali caustique (*a*) . . . . 0,041045383 de gr. (*b*)

(*a*) Cette explication est nécessaire, parce que le gaz hydrogène obtenu par cette méthode contient un peu de carbone, ainsi que nous l'avons démontré ci-dessus, dans le paragraphe qui a rapport à l'ouverture du ballon. Si nous soutrayons du poids de ce gaz le poids de la petite portion de carbone qu'il contenoit, nous aurons pour le poids de chaque pouce cube de gaz hydrogène pur, à la pression de 28 pouces de mercure, et à une température de 10 degrés. . . . . 0,040635 de grain.

Suivant Lavoisier, chaque pouce cube de gaz hydrogène, à la pression de 28 pouces de mercure, et à la température de 10 degrés, ne pèse que. . . . . 0,03539 de grain;

la différence qui existe entre ces deux résultats, et qui se trouve de. 0,005245 de grain,

Poids de chaque pouce d'air vital pur sans mélange de gaz azote (c) . . 0,4984512 de gr. (d)

Poids des 25582,73 pouces cubes de gaz hydrogène qui

provient très-probablement de ce que Lavoisier a opéré à une température de 10 degrés, et que nous au contraire, ayant opéré à une température de 13 ½ degrés, nous sommes obligés de faire une correction qui peut fort bien n'être pas fort exacte, puisqu'elle est fondée sur les loix de la dilatabilité des fluides permanens, et que ces loix ne sont pas encore bien déterminées.

(b) Si nous divisons 0,040452 par 238,6, et qu'après avoir multiplié le quotient 0,000169538 par 3,5, nous ajoutions le produit........ 0,000593383 de gra.
qui en résulte à........ 0,04045200

nous avons en effet un total de........ 0,04104538[illegible] de gra.

Nous divisons ici par 238,6, parce que c'est le nombre que nous avons choisi pour la dilatabilité du gaz hydrogène, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus.

Nous multiplions le quotient, par 3,5, parce que le poids de notre gaz hydrogène a été déterminé dans notre expérience à la température de 13 ½ degrés.

La correction est additive, parce qu'il est certain que plus un fluide permanent est resserré dans un petit espace, et plus sa pesanteur spécifique doit être grande.

(c) Suivant nous, chaque pouce d'air vital pur pèse........ 0,4984512 de grain; suivant Lavoisier, il pèse........ 0,5069400

il existe donc entre ces deux résultats une différence de........ 0,0084888 de grain,

qui, très-probablement, provient des corrections que nous avons faites relativement aux pressions.

Au surplus, on conçoit aisément que ces différences ne changent en rien les résultats que nous avons obtenus, parce que le poids de nos fluides permanens a été déterminé à la température où nous les avons employés.

(d) Si nous divisons 0,493986 par 442,5, et si, après avoir multiplié le quotient 0,0011163 par 4, nous ajoutons le produit........ 0,0044652
qui en résulte, à........ 0,4939860

nous avons en effet un total de........ 0,4984512

Nous prenons ici le nombre 0,493986, et non par le nombre 0,4925, parce que le premier nous représente le poids de chaque pouce d'air vital pur, à la pression de 28 pouces de mercure, et à la température de 14 degrés; tandis que le second nous représente, dans les mêmes circonstances, le poids d'un pouce cube d'air composé de 97 centièmes d'air vital, et de 3 centièmes de gaz azote.

Nous divisons par 442,5, parce que c'est le nombre qui nous représente la dilatabilité de l'air vital, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus. Nous multiplions ensuite le quotient par 4, parce que nous avons opéré à une température de 14 degrés.

ont servi à la formation de l'eau . .	1039,358 (*a*) grains.
Poids des 12457,342 pou. cubes d'air vital qui ont servi à la composition de l'eau	6209,869 (*b*).
Poids total	7249,227
qui équivalent à	12 onces 4 gros 49,227 gra.
Poids de l'eau obtenue	12 4 45
Déficit	» » 4,227 gra.

100 grains d'eau contiennent,

Oxigène	85,662 grains.
Hydrogène	14,338
Total	100,000 grains (*c*).

d'où il résulte que dans la composition de l'eau, le poids de l'hydrogène est à celui de l'oxigène dans le rapport de 14338 à 85662.

Une livre d'eau est conséquemment composée ainsi qu'il suit,

	livre	onces	gros	grains
Oxigène . .	0	13	5	46,67 (*d*),
Hydrogène .	0	2	2	25,33
	1	«	«	«

La correction est additive par la raison énoncée à la fin de la première note *b*.

(*a*) En multipliant 25583 par 0,041045383, nous avons pour produit le nombre 1050,061; mais il faut soustraire de ce nombre les 11 grains de carbone que contenoit le gaz hydrogène que nous avons employé, et il nous reste alors pour le poids du gaz hydrogène qui est entré dans la composition de l'eau 1039 grains. Si on multiplioit les 25583 pouces cubes par 0,040635 (nombre qui représente le poids de chaque pouce cube de gaz hydrogène pur), le produit seroit également de 1039 grains.

(*b*) 12457,342 multipliés par 0,4984512 égalent en effet 6209,377. Pour plus d'exactitude, nous avons pris pour le poids du gaz hydrogène et de l'air vital employés, les résultats du 17e paragraphe, parce qu'ils sont immédiatement déduits de l'expérience.

(*c*) Nous avons en effet ces deux proportions,

1°. $7249,227 : 1039,358 :: 100 : x$ et $x = 14,338$;

2°. $7249,227 : 6209,869 :: 100 : x$ et $x = 85,662$.

Les volumes de l'air vital et du gaz hydrogène qui sont nécessaires à la composition de l'eau, sont entr'eux comme 1 est à 2,052.

Pour obtenir une livre d'eau, il faut brûler,

Air vital pur	. . .	15837 pouces cubes,
Gaz hydrogène	. .	32517
Total	. . . .	48354 (*a*).

§. XXII et dernier.

Observations générales.

Lorsqu'on veut faire avec exactitude l'expérience de la combustion du gaz hydrogène dans des vaisseaux clos, il est absolument indispensable de prendre toutes les précautions qui sont indiquées dans ce mémoire; nulle n'est à négliger; l'oubli d'une seule produiroit des différences très-considérables dans les résultats.

Notre expérience a duré 185 heures sans interruption; nous ne l'avons pas quittée un seul instant. Jour et nuit nous étions dans le laboratoire; les remplissages, les pesées, les préparations des fluides permanens, et les essais eudiométriques occupoient presque tous nos momens. Lorsque nous nous trouvions trop fatigués, nous nous jettions, l'un après l'autre, sur quelques matelas étendus dans le laboratoire.

(*d*) Nous avons en effet ces deux proportions;

1°. $7249,227 : 1039,358 :: 9216 : x$ et $x = 1321,33$ grains;

2°. $7249,227 : 6209,869 :: 9216 : x$ et $x = 7894,67$.

(*a*) Divisant 15 onces 5 gros 46,67 grains, ou, ce qui revient au même, 7894,67 grains par 0,4984512, on a au quotient 15837; de même, divisant 2 onces 2 gros 25,33 grains, ou, ce qui revient au même, 1321,33 grains par 0,040635, on a au quotient 3217. Il ne faut pas perdre de vue que cette donnée, de même que celles qui la précédent, supposent toujours une grande pureté dans l'air vital et dans le gaz hydrogène.

Au surplus, ces petites difficultés ne doivent pas décourager ; nous osons, en effet, assurer que les personnes qui suivront ce travail avec exactitude, pourront ensuite entreprendre les recherches chimiques les plus délicates. Il n'en existe aucune qui soit plus épineuse ; les corrections qu'elle exige sont applicables à toutes celles qui demandent une manipulation soignée.

Notre eau n'étoit point acide, non pas parce que l'air vital que nous avons employé ne contenoit pas de gaz azote, puisqu'à la fin de l'opération nous en avons trouvé 467 pouces dans le ballon, mais seulement parce que la combustion ayant été fort lente, nous n'avons pas obtenu la température qui est nécessaire à la combinaison du gaz azote et de l'air vital. Je prouverai en effet dans un mémoire particulier, qu'on peut à volonté, en employant le même air vital, obtenir ou ne pas obtenir d'acide nitreux, pendant la combustion du gaz hydrogène. Ainsi, lorsque les fluides permanents qu'on emploie dans cette expérience, ne contiennent pas de gaz azote, on n'obtient jamais d'acide nitreux, quelque vive que soit même la combustion, parce qu'il manque un des principes necessaires à la formation de cet acide : mais lorsque les fluides permanents dont on se sert contiennent du gaz azote, on obtient du gaz nitreux, si la quantité de gaz hydrogène n'est pas assez considérable pour absorber tout l'air vital, et si la combustion est assez vive pour produire la température nécessaire à la combinaison du gaz azote et de l'air vital ; et dans le cas contraire, on n'en obtient pas un atome.

Lorsqu'on obtient de l'acide nitreux, il faut déduire de la quantité d'air vital consommée, celle qui sert à la formation de cet acide ; cette correction, quoique foible, n'en est pas moins arbitraire, parce qu'on ne sait pas dans quel état d'oxigénation est l'acide qu'on obtient. Il faut donc, autant qu'il est possible, tâcher que la combustion soit très-lente, non-seulement pour qu'il ne se forme pas d'acide nitreux,

mais encore pour ne pas trop échauffer les luts, et pour se donner le temps de fournir à la consommation.

Il n'est pas étonnant que le gaz acide carbonique que nous avons trouvé dans le ballon, à la fin de l'expérience, ne se soit pas combiné avec l'eau. Il faut en effet, pour effectuer cette combinaison, qu'il y ait une certaine agitation, et l'air du ballon étoit dans un état de repos presqu'absolu.

Lorsque l'air vital qu'on emploie ne contient que trois pour cent de gaz azote, et que le volume du ballon dans lequel se fait la combustion est d'environ 1200 pouces cubes, on peut entretenir la combustion pendant deux cents heures, sans être obligé de faire le vuide, et obtenir, par ce moyen, 12 ou 14 onces d'eau.

Après avoir fermé le robinet qui communique avec le gaz hydrogène, il ne faut pas toucher pendant quelques heures à celui qui communique avec l'air vital, afin qu'après la condensation du fluide permanent que contient le ballon, il n'existe pas de vide dans ce vase.

Lorsque le ballon est délutté, il faut attendre quelques instans avant de le peser, parce l'air vital étant plus lourd que l'air atmosphérique, il faut un certain temps pour que celui-ci déplace le premier. Lorsqu'ensuite on a pesé le ballon, on retire l'eau qu'il contient, on le sèche, on le pèse de nouveau, et la différence des deux pesées indique la quantité d'eau formée.

Si tous ces détails peuvent être de quelqu'utilité aux personnes qui s'occupent des sciences, nous nous trouverons bien dédommagés du travail que nous a demandé leur rédaction.

MÉMOIRE

MÉMOIRE SUR L'INTÉRIEUR DE L'AFRIQUE.

PAR JÉROME LA LANDE.

Il y a dans l'intérieur de l'Afrique environ 800 lieues, depuis le Sénégal jusqu'au Nil, où les Européens n'ont jamais été, et dont on ne sait absolument rien. Je ne connois pas de sujet plus digne de la curiosité des savans, et rien qui doive plus intéresser les administrateurs des états policés. Je me suis toujours plaint de leur indifférence sur cette partie de la géographie et de l'histoire naturelle. J'entreprens de remettre cet objet sous les yeux du public, pour électriser, s'il est possible, les nations commerçantes, ainsi que les académies.

Le Niger, qui traverse cette étendue de pays, est un fleuve qui est si peu connu, que les uns le font aller à l'Orient, les autres à l'Occident, c'est-à-dire, qu'il y a sur le lieu de sa source sept ou huit cens lieues d'incertitude.

Sur la côte du Sénégal, on appelle Niger le Sénégal lui-même, et l'on suppose qu'il vient de l'Orient, et de fort loin; mais d'Anville, qui avoit en géographie tant d'érudition et de sagacité, en fait un fleuve tout différent; il envoie le Sénégal à l'Occident, et le Niger à l'Orient: c'est la première question que je me propose de discuter.

La seconde est la difficulté de traverser l'Afrique depuis le Sénégal jusqu'à la Mer-Rouge, voyage le plus curieux de tous ceux que l'on peut faire actuellement sur la surface de la terre.

Je sais que les sables brûlans, le manque d'eau, les lions, les tigres, les serpens, des nations de Maures voleurs, et même des Negres antropophages, ont fait regarder ce voyage comme impossible; mais on a trop exagéré, et l'on n'a point assez parlé de la bonté naturelle de l'homme dans son état le plus sauvage, des moyens que l'on pourroit prendre pour réussir, et des avantages qu'on retireroit de ces voyages en Afrique.

Les anglois ont déja fait des tentatives à cet égard; mais les François ont des moyens d'y réussir d'une manière plus directe et plus facile; du moins les informations que j'ai prises et les faits que j'ai rassemblés m'en ont intimement convaincu.

Dès l'année 1364, les négocians de Dieppe reconnurent les côtes d'Afrique au-delà du Cap-Verd, et y établirent un commerce: il seroit digne des François de suivre aujourd'hui l'exemple de leurs ancêtres, par des découvertes aussi utiles que curieuses.

Première partie.

Sur la direction du Niger.

L'origine du Niger ou Sénégal a été mise à l'orient de l'Afrique, par tous les auteurs anciens et modernes: Pline indique en deux endroits qu'il vient du même côté que le Nil, l. 5, ch. 9, et l. 8 ch. 21.

Le géographe de Nubie, ou le scherif Al-Edrissi, qui écrivit une géographie en 1153, pour Roger II, roi de Sicile, et dont d'Anville a fait un si grand usage dans sa carte d'Afrique, dit à trois endroits que le Niger coule vers

l'occident. Voici les passages, d'après la traduction imprimée à Paris en 1619, *in-4°.* (1).

Terram istam Nilus alluit ab oriente ad occidentem (page 9). *Altera pars Nili fluit ab oriente ad ultimos occidentis terminos, et secus istam Nili partem sunt omnes aut certè plerœque Nigrorum regiones. Hæ duæ Nili partes egrediunturè monte Lunæ* (page 15). *Mons trahit secum unum Nili brachium quod pergit in plagas occidentales; atque iste est Nilus terræ Nigrorum, eique adjacent omnes ferè ipsorum regiones* (page 16).

On voit bien qu'Edrissi entend ici par cette branche du Nil ce que nous appellons le Niger; et quoique d'Anville ait appellé le Nil des Negres une des branches du grand Nil d'Egypte, il est certain que ce nom doit appartenir au Niger, qui est appellé aussi Nil-Al-Soudan; car M. Lucas dit que *neel*, en Arabe, signifie fleuve; plus anciennement, le mot Hébreu *nehel* ou *nahal*, signifioit la même chose; aussi M. Lucas nous apprend que le Niger est appellé par les Arabes Neel-il-Kibeer, grand Nil, et Neel-il-Abeed, ou Nil des Negres. M. Venture dit que Nil ne signifie point fleuve; mais que c'est le nom propre, et qu'il faut lire Nil-el-Kibir, grand Nil, Nil-el-a-abid, Nil des Negres; mais il est toujours vrai que Soudan en Arabe, signifie les Negres (2) : aussi M. Bruce, dans son voyage aux sources du Nil, (*t.* 4 *page* 486) dit que Sudan est la Nigritie ou le pays des Noirs des deux côtés du Niger. Ainsi le fleuve

(1) On peut voir sur Edrissi l'ouvrage imprimé à Gottingen, en 1791, *Joannis-Melchioris* HARTMANN, *Commentatio de geographia Africæ Edrisianá*, 170 pages *in*-4°. L'auteur dit page 30, que sans doute Edrissi s'est trompé en faisant aller le Niger vers l'occident; mais il semble que c'est d'Anville qui a occasionné son opinion (page 27), à laquelle il met peu d'importance.

(2) D'Herbelot, dans sa Bibliothèque orientale, au mot SUDAN, dit que *Soudan* signifie proprement les peuples que nous appellons Maures et Negres, tels que sont les Nubiens, les Ethiopiens, les Cafres, etc.

des Negres est celui qui traverse la Nigritie : ce doit donc être le Niger, quoiqu'en dise d'Anville.

Léon l'Africain, qui alla en 1491, à la suite du roi d'Espagne, en Afrique, qui parcourut les royaumes des Negres en écrivant tout ce qu'il voyoit, qui alla deux fois à Tombut, qui séjourna un mois à Bournou, ne pouvoit pas ignorer la direction du Niger, qu'il avoit vu dans des parties éloignées l'une de l'autre de 400 lieues : or, il s'explique à cet égard d'une manière bien positive.

» Le fleuve Niger dresse son cours par le milieu de la » terre des Noirs, lequel sourd en un désert appellé *Seu*; » c'est à savoir du côté du levant, prenant son commen- » cement dans un grand lac, puis vient à se détourner » devers Ponant, jusqu'à ce qu'il se joint avec l'Océan, et » selon qu'afferment et nous donnent à entendre nos Cos- » mographes, le Niger est un bras provenant du Nil, lequel » se perdant soubs terre, vient surgir en ce lieu-là, formant » ce lac, combien que plusieurs soyent d'opinion que icelui » fleuve sourd de quelques montagnes, et courant vers occi- » dent, se convertit en un lac, ce qui ne peut être et n'a » aucune apparence de vérité, pour ce que nous navigâmes » du royaume de Tombut vers la partie du levant, toujours » tournoyant par mer, découvrant jusqu'au royaume de » Ghinée et de Melli, qui, à comparaison de Tombut, se » retrouvent devers Ponant, et les plus beaux royaumes » qui soyent en la terre des Noirs, sont situés sur le fleuve » Niger. (*Description de l'Afrique*, 1556, *p.* 3) ».

Léon d'Afrique dit encore (page 550) que Borno est distant de la source du Niger de 150 milles ; il ajoute (p. 513) que le royaume de Ghinée s'étend sur le fleuve Niger environ 350 milles, dont une partie est sur l'océan, là où le Niger se rend dans icelui.

Une troisième autorité qui doit être d'un grand poids, est celle de Marmol, qui suivit Charles-Quint à Tunis, en 1536, qui fut huit ans prisonier, qui suivit le Scherif

Muhammed dans les déserts de la Libie, aux confins de la Ghinée et aux provinces du couchant, où il porta ses armes victorieuses.

Marmol parle de ceux qui prétendoient que le Niger alloit vers l'orient; mais, ajoute-t il, Léon l'Africain dit le contraire; et son opinion est confirmée par les marchands qui vont de Gualata et des Gelofes au grand Caire, en remontant le long du fleuve; car ils assurent qu'il n'y a aucun bras du Niger qui aille vers l'orient, mais qu'ils vont tous en occident, ce qu'ils ne peuvent ignorer, parce qu'ils reviennent sur cette rivière en descendant, depuis Tombut jusqu'à la Guinée à Meli et à l'Océan (1).

Le prince Henri de Portugal fit voyager Alvise de Cadamosto, en 1455; celui-ci parle du commerce du sel et de l'or des Azanaghis avec Tegazza, Mellis, Tombuto, et de-là avec Tunis et Maroc.

Il y avoit trois ans que les caravannes du prince Henri avoient reconnu la rivière du Sénégal; et il étoit déja persuadé que c'étoit une branche du Niger. Il l'appelle le premier et le plus grand fleuve de la terre des Noirs (*Histoire générale des Voyages*, tom. 1, page 296, ou page 416 de l'édition de 1756).

Le pere Gaby, qui étoit au Sénégal en 1686, disoit en parlant du Niger, les uns le font sortir du Nil, d'autres du lac de Borno : cette conjecture a plus d'apparence.

De Guignes a trouvé dans les auteurs arabes d'autres preuves de ce sentiment, comme on le verra dans des Mémoires sur l'Afrique, dont il s'est occupé en 1791, pour l'Académie des Inscriptions, et pour le comité des Manuscrits de la bibliothèque nationale.

Il a trouvé des preuves du commerce annuel qui se faisoit

---

(1) On trouvera dans l'ouvrage de Hartmann un catalogue fort étendu des auteurs qui ont écrit sur l'Afrique.

à Agadez de toutes les parties de l'Afrique, et des connoissances que les Arabes de la Côte de Barbarie avoient de l'intérieur du pays. Il a vu dans les manuscrits arabes des routes qui traversent l'Atlas et conduisent à Segelmesse, à Daraa, à Sous, à Aoudgela, et à Agadez dans le Sahra, et enfin, jusqu'au Niger, et même au-delà. (*Journ. des sav.* 1791. p. 395, 398).

Segelmesse étoit dans le dixième siècle une très-grande ville, l'entrepôt de tout le commerce que les Arabes de la Barbarie ainsi que les Berbers faisoient tous les ans chez les Soudans ou noirs qui habitent le long du Niger . . . . de Segelmesse, ou de Ghadamis ils traversoient le désert jusqu'à Agadez, ville située au nord du Niger, mais à une distance assez considérable ; c'étoit encore un entrepôt de commerce d'où l'on alloit à Ghana, capitale des noirs, située sur le bord du Niger; on s'y rendoit également de l'Égypte et de la Nubie, (*Journal des savans.* p. 398).

Nous voyons que les Marchands du Fezzan vont encore à Agadez, de là à Cashua (1), qui est près du Niger ; et traversant ce fleuve, vont jusqu'à Gonjah, qui n'est qu'à 170 lieues de Galam, suivant la carte de M. Rennell. Les habitans d'Agadez sont encore les plus forts Commerçans de l'intérieur de l'Afrique, suivant le rapport du Sherif Imhamed (2), dont nous parlerons bientôt, et ils fournissent le sel de Bournou aux peuples qui sont au midi du Niger; pour aller le chercher, ils traversent un désert brûlant, de 45 jours de marche, et mille chameaux sont employés pour cette caravanne (*Proceedings*, etc. p. 168.)

Dans le livre des Perles, composé par un Africain, vers 1450, il est dit que la branche du Nil qui coule dans le pays de Djenava, ne vient point jusqu'à l'Océan et ne coule que jusqu'à l'extrémité de la partie de cette contrée qui est habitée. (*Notice des Manusc. de la Bibliot. du roi*, *t.* 2, *p.* 156).

(1) M. Venture dit qu'on doit écrire Cachna.

(2) M. Venture est persuadé que c'est une faute, et qu'il faut lire Muhammed ; personne ne connoit mieux que lui les langues de Turquie et d'Afrique.

Ce passage prouve encore que le Niger coule vers l'occident; mais il indiqueroit la fin du Niger séparée de la source du Sénégal; sur ce point le passage est unique, et ne paroît pas suffisant pour infirmer tous les autres témoignages. Mais je n'ai pas négligé de le rapporter pour qu'on ait lieu de l'examiner; peut-être est-ce l'opinion de Ptolémée sur le Niger, qui a servi de fondement à cet auteur.

André Brue, qui, en 1697, fut fait directeur général du Commerce de France au Sénégal, qui y retourna en 1698, y fit un troisième voyage en 1715, y avoit passé onze ans; avoit autant d'activité que d'intelligence; l'Ouvrage du P. Labat (*Nouvelle relation de l'Afrique occidentale*, *Paris* 1728, 5 *vol. in*-12) est fait en grande partie sur ses Mémoires, et il semble que jamais personne n'a été mieux instruit que lui sur cette partie de l'Afrique; or, il fait sortir le Sénégal de Burnu, à 800 lieues de la côte occidentale d'Afrique.

Le Pere Labat l'appelle indifféremment Sénégal ou Niger, et ajoute: j'ai suivi en cela le sentiment de tous les anciens et des modernes qui ont parlé de ce fleuve avec assez de connoissance pour ne le pas confondre avec un autre; (*t.* 2, *p.* 113) mais ajoute-t-il, il n'a pas été possible, jusqu'à présent, de savoir son origine au-delà du lac de Bournou, d'où l'on voit sortir ce fleuve, (*p.* 119)

Ludolph, dans son *Histoire d'Ethiopie*; Atkins, dans son *Voyage de Guinée* en 1721; Moore, dans sa *Relation des régions intérieures de l'Afrique*, publiée en 1738, font venir le Niger de l'orient.

Dans la carte de de l'Isle en 3 feuilles, 1707, le Sénégal est continu au Niger; dans la carte plus grande de Jaillot, 1717, on voit la même chose. Mais, quelques années après, d'Anville ayant fait pour la compagnie des Indes une carte particulière, y adopta le systême qu'il a conservé toute sa vie, de séparer ces deux fleuves en faisant couler le Sénégal à l'occident et le Niger à l'orient.

Il est vrai que Brue, d'après les mêmes témoignages des Nègres, dit qu'à l'est du lac Maberia, qui est la source du Niger, on trouve le royaume de Ghingala arrosé par la rivière de Guien, qui passe au travers de Tombutto; (*tome* 2, *page* 165) l'Abbé Prévost en conclud que la rivière de Tombut coule vers l'orient (*tome* 2, *page* 498) et probablement d'Anville en tiroit la même conséquence lors qu'il disoit : on est actuellement informé que la rivière du Sénégal est différente d'une autre rivière plus reculée dans l'intérieur de l'Afrique, et l'on infère même du rapport qu'en ont fait les Nègres, que cette rivière a son cours en sens contraire, ou vers l'orient (*Acad. des Inscr. t.* 26 *p.* 67)

D'Anville ne citant aucune autre information, aucun autre témoignage, on a droit de penser que c'est le passage cité qu'il a eu en vue: or, il n'est point assez positif pour affoiblir l'autorité de voyageurs aussi instruits que l'Edrissi, Léon d'Afrique et Marmol. Léon avoit été deux fois à Tombut, et il est impossible de supposer qu'il ait fait aller le Niger à l'occident s'il alloit à l'orient. Le passage d'Herodote, invoqué par d'Anville, est trop sujet à interprétation pour pouvoir être opposé aux témoignages que j'ai cités.

Dans l'Histoire des Voyages (1746, *t.* 2, *p.* 498) l'Abbé Prevost tâcha d'atténuer l'autorité de Léon, et de mettre en contradiction les témoignages des Mandingues, rapportés par Labat, quoique Labat en eut conclu sans aucun doute, l'identité du Sénégal et du Niger. L'Abbé Prevost, persuadé que le Niger ou la rivière de Tombatto n'a pas de communication avec le Sénégal, ou qu'elle est coupée par des cataractes ou bancs de sable, en conclud que les récits de Léon et de Marmol doivent être faux, lors qu'ils rapportent que les Marchands suivoient le Niger jusqu'aux royaumes de Ghinée et de Melli; mais suivre le Niger n'est pas naviguer sur le Niger, et l'on sait assez que la partie du Sénégal, qui est au-dessus des cataractes de Gouinea et de Felou, ne sauroit se lier avec celle qui est au-dessous par une navigation continue.

La

La partie supérieure est presque à sec dans la basse saison; mais ces deux Auteurs qui étoient dans le pays même ne pouvoient se tromper sur la continuité du fleuve; pour le supposer, il faudroit des preuves évidentes ou des observations positives.

Les Auteurs Anglois de l'histoire Universelle, (*liv.* 20, *ch.* 14, *tome* 67, *page* 150, édition de 1784) dissertent aussi sur cette question. « Nous avions adopté, disent-ils, l'opinion de ceux qui ne font du Sénégal et du Niger qu'une seule rivière; mais l'examen attentif des Cartes exactes de M. Bolton et des meilleures Cartes Françoises et Hollandoises nous a convaincu du contraire ». Je ne vois pas ce que l'examen des Cartes peut décider; c'est le fondement de ces Cartes qu'ils devoient discuter; c'est ce que j'examine ici, et je n'y vois aucune preuve de ce système.

Ils ajoutent: (*page* 185) « tous les Nègres des environs » regardent le lac de Mabeira comme la source du Sénégal, » et le lac de Bournou comme la source du Niger; il ne nous » paroît point que Labat, avec tous ses raisonnemens, ait prouvé le contraire ». Je réponds, qu'il n'y a pas même pensé.

Le lac Mabeira peut être la source d'un des affluens du Sénégal et du Niger, et cela suffit pour qu'on ait dit que le Sénégal venoit du lac de Mabeira; d'ailleurs, le Père Labat disant qu'on ne sait point la position du lac Mabeira, il seroit très-permis de le placer du côté même de Bournou.

D'Anville connoissoit fort bien une partie des autorités que j'ai citées; quel motif a-t-il donc pu avoir pour admettre un sentiment si opposé? Il ne nous en dit que deux mots, comme on vient de le voir; il a été suivi par la plupart des Géographes; mais il n'a point fait changer l'opinion dans le pays, où le fleuve du Sénégal n'a point d'autre nom que celui de Niger; Labat et M. Adanson (*Histoire naturelle du Sénégal*, 1757,) l'appellent toujours ainsi.

Suivant Marmol, dans son Afrique, Senégal, Senaga, ou

Zenaga est le nom de quelque chef de Village que l'on prit pour celui du fleuve dans le tems des premiers établissemens des Portugais.

M. Buache a déjà réfuté d'Anville, relativement à la géographie de l'Afrique; (*Mémoires de l'Académie*, 1787, *page* 124) il regarde le Sénégal comme le Niger de Ptolémée, venant du milieu de l'Afrique, environ 700 lieues de l'Océan, et sur lequel il place les villes et les peuples de l'antiquité, que d'Anville portoit plus à l'Orient.

Il est vrai que M. Buache ne trouve pas dans Ptolémée de quoi fournir une embouchure au Gir, qu'il regarde comme le Niger; mais il paroît par les informations que M. Lucas a eu des Schérifs Fouwad et Imhammed, que la rivière de la Gazelle, qui passe à Bournou, va tomber dans le Nil; et l'on savoit qu'elle y communiquoit, d'après le récit du P. Sicard, cité par d'Anville: cette rivière de la Gazelle est peut être le Gir de Ptolémée. Enfin, d'après les informations reçues par M. Lucas, du Schérif Imhammed, qui avoit traversé plusieurs fois le Niger, et de Ben-Ali, qui étoit en Angleterre dernièrement, M. Beaufoy, Rédacteur d'un Ouvrage dont je parlerai bientôt, dit formellement (*page* 122) que le Niger coule vers l'Occident, et qu'il est si rapide dans le royaume de Cashna, qu'on ne sauroit le remonter; il n'y a pas même de bateaux qui descendent, mais c'est par l'ignorance des habitans.

Ainsi, il n'y a pas loin des sources du Niger aux affluens du Nil, et c'est ce que les Géographes anciens et modernes ont toujours cru.

Le résultat de cette première partie de mon mémoire est donc que le Niger prend sa source à l'Orient de l'Afrique, et tombe dans l'Océan au-dessus du Cap-Vert, sous le nom de Sénégal.

SECONDE PARTIE.

Sur l'intérieur de l'Afrique.

Cet immense fleuve du Niger traverse donc l'Afrique dans sa partie la plus large, la plus curieuse et la plus inconnue; elle offre à la curiosité des Géographes, des Naturalistes, des Négocians, des Administrateurs, un vaste champ de découvertes importantes. On peut les entreprendre ou par l'Orient ou par le nord.

Nos établissemens, le long du Sénégal, nous offrent un moyen d'y parvenir; il est certain qu'on peut traverser l'Afrique en allant du Sénégal à la Mer-Rouge; j'en ai plusieurs témoignages. Commençons par les auteurs Arabes: ils disent qu'au sud du Niger la terre est arrosée, propre à la culture et remplie de villes et villages, s'étendant d'occident en orient à peu-près dans toute la largeur de l'Afrique (*journal des savans* 1791 *p.* 598) le P. Gaby Cordelier, qui alla au Sénégal, en 1686, et qui publia en 1689 une *Relation de la Nigritie*, disoit: « Il y a des Maraboux qui vont à la » Mecque visiter le tombeau de Mahomet, quoiqu'ils en » soient éloignées de 11 à 12 cens lieues; et comme ils y » vont à pied et par des déserts, on juge facilement qu'ils » sont bien souvent exposés à souffrir la faim et la soif; ce » qu'ils pouroient éviter si, partans de leurs cases, ils faisoient » quelques provisions : ce qui les engage à n'en point » faire, c'est qu'ils savent que l'hospitalité règne parmi » eux; et cela est si vrai, que ceux qui passent, soit pour » voyage, soit pour affaire, sont toujours bien reçus, et » ils en sont quittes pour un adieu, grand-merci, Dieu » vous garde et conserve long-tems.

» On voit quelques vieux Prêtres Maraboux, qui, pour » avoir visité le tombeau de leur Prophète, sont considérés de tous ces Peuples. *Gaby*, *page* 47) ».

M. Venture qui a passé 28 ans en Turquie et en Barbarie, m'ajoute que beaucoup d'autres Nègres des environs du Sénégal qui ne sont pas prêtres, vont à la Mecque; il y a cinq royaumes Nègres qui sont Musulmans, et une des loix de l'islamisme est le pélérinage de la Mecque dont on ne peut se dispenser sans de très fortes raisons. Ces Nègres musulmans se rendent à Tafilet, dans le Royaume de Maroc, ou à Bournou, et de-là au Caire.

M. Brisson, dans l'Histoire touchante de son naufrge et de sa terrible captivité en Afrique, nous dit que Sidy-Sellem qui le conduisit à Mogador, avoit fait le voyage de la Mecque, et il rend témoignage à l'hospitalité des Afriquains.

Les Malais, dont il est parlé dans le voyage du Chevalier des Marchais, (*tome 2 page 273*) vont aussi, à ce qu'il paroît, des environs du Nil jusqu'au Royaume d'Ardres, qui n'est pas loin de la Côte de Juda, et ils employent trois lunes à faire ce chemin; ils vont à cheval: on peut supposer que la route est de 600 lieues, et c'est à peu-près la distance de Dongola, sur le Nil; le P. Labat desiroit beaucoup qu'on envoyât quelqu'un avec eux. Ce passage curieux se lie parfaitement avec les Caravanes de Sudan, qui vont au Caire et à la Mecque, suivant M. Bruce, dans son voiage aux Sources du Nil.

M. Sparrman m'a dit qu'on a vu des Captifs qui étoient venus de la Mer-Rouge en descendant le Niger jusques vers le Sénégal.

M. Bruce, (*tome 4, page 556*) parle de ce que l'on appelle Hybéers; ce sont des guides pour diriger les Caravanes, soit en Egypte, à la Mer-Rouge ou au Pays de Sudan et aux extrémites occidentales de l'Afrique; ils sont en grande considération à cause des connoissances qu'ils ont sur les différens Pays, sur les puits, et sur les circonstances qu'il importe aux voyageurs de connoître.

Suivant ce voyageur, (*t. 4, p. 507, ou* 582 *de la traduction*) les Caravanes de Sudan traversent l'Afrique de l'est à

l'ouest, et portent les marchandises des Indes, de la Mer-Rouge à l'Océan Atlantique; il est vrai que le commerce entre Sudan et Sennaar est fort diminué par la violence des Arabes, qui n'ont plus de gouvernement, et par la perfidie de celui de Sennaar, (*page* 486). M. David, a vu plusieurs Maures, qui avoient été à la Mecque; il en avoit eu même à son service. M. Pruneau de Pomme-Gorge qui a publié une Description de la Nigritie, m'a assuré qu'on avoit vu à Mozambique des Nègres de Bambara, dont le pays est voisin du Sénégal.

M. Poussel, qui est mort cet année au Sénégal, avoit demeuré au Caire et avoit été ensuite pendant trois ans Directeur de la compagnie, à Galam; il y avoit vu souvent des Nègres qui disoient avoir commercé pas bien loin de leur pays avec des hommes, dont la couleur, les vêtemens, les bateaux, annonçoient que ce devoient être des Egyptiens. M. Marcel, qui a souvent conversé avec lui, est persuadé que la communication est certaine et praticable entre le Sénégal et l'Egypte. Ainsi les Nègres traversent l'Afrique, mais ils vont de proche en proche; on voit arriver des Captifs qui ont voyagé pendant cinq ou six mois; mais ils ont été vendus vingt fois en chemin par une suite de ce commerce abominable que les Européens ont établi, ou étendu beaucoup, parmi les Négres.

M. Peltan, qui a été Directeur au Sénégal, prétend qu'il avoit un cheval Arabe qu'on avoit amené de l'orient et avoit fait plus de soixante journées de chemin; il croit aussi que les marchands viennent de l'Egypte jusqu'au-dessus de Galám, où l'on a vu des Blancs en bateaux sur le Niger.

M. Venture m'a aussi rapporté que les Arabes qui campent sur les rives du Sénégal font des fréquens voyages à Tounbouctou et du côté du Mont Atlas.

M. de Golberry, Capitaine au Corps du Génie, étant à Schyk, sur la Gambie, en 1786, alla voir un anglois qui connoissoit très-bien le pays, et qui alloit jusqu'à Fatatenda, qui

est à 100 lieues de distance en ligne droite. Il lui raconta qu'en 1775 étant au Cap-Corse ou Coast, sur la Côte-d'Or, où est le principal établissement des anglois, on vit arriver trois Orientaux avec deux courtiers nègres : on n'entendoit point leur langage, mais on comprit qu'ils venoient du nord-est, et l'on jugea qu'ils étoient Arméniens : on envoya en Angleterre plusieurs des mots qu'on leur avoit entendu prononcer, pour qu'on pu juger de leur langage.

M. de Golberry, dans une lettre sur le privilège de la Compagnie du Sénégal, imprimée au mois de janvier 1791, (*chez Devaux, au jardin Egalité*) dit que les Anglois, maîtres du Sénégal depuis 1760 jusqu'en 1774, ont fait faire plusieurs voyages dans le Zaara ou grand Désert de Barbarie.

Des Capitaines François lui ont assuré que des Maures de ce grand Désert venoient quelquefois vendre des bœufs et des chevaux sur les bords du Benin et même au Cap Formose; des Portugais lui ont communiqué la relation de cinq Egyptiens qui avoient traversé tout l'intérieur de l'Afrique, étoient arrivés aux sources du Zaïre, avoient passé par les Royaumes de Congo et d'Angola, et séjourné très-long-temps au Cap Ledo.

Enfin, il ajoute que les Gouverneurs des possessions Portugaises de la partie méridionale de l'Afrique, ont fait exécuter très-heureusement plusieurs voyages par terre de San-Paol-de-Loanda à Mozambique.

M. Derneville, Capitaine du Bataillon d'Afrique, qui alla en 1786 à Galam, a rapporté à M. de Golberry, qu'il étoit arrivé une lettre au Caignou, vers le haut du Sénégal, apportée par des Mandingues, et qu'ils avoient reçue à 55 journées de distance dans le Pays des Pancalas, où elle avoit été apportée par d'autres Mandingues. Cette lettre avoit été écrite par des blancs, et il juge que ce pouvoient être des Portugais du côté de la Mer-Rouge ou de Sennaar; mais les Mandingues remportèrent la lettre, parce que personne ne voulut les payer, et qu'on leur avoit fait entendre que cette lettre devoit leur rapporter beaucoup.

Suivant M. Bruce, (*tome* 4, *page* 490 *ou* 563 *de la traduction*) il y a des Eunuques pour le service des temples à la Mecque et à Médine, à qui l'on donne quelquefois la liberté d'aller revoir leur pays et les grandes villes où ils ont été achetés, telles que Bournou, Tocrur, et Tombouctou; ils y font des quêtes pour le service du Prophète, et rapportent assez souvent une grande quantité d'or qui abonde dans le pays : on a pour eux des égards religieux. M. Bruce en rencontra un qui revenoit d'un voyage dans le Sudan ou la Nigritie, et avec qui il espéroit voyager, ce qui lui auroit été fort utile; mais celui-ci le quitta, par la perfidie du Roi de Sennaar. Bruce ajoute que les caravanes du Sudan traversent l'Afrique de l'est à l'ouest, jusques sur les bords de l'océan, (*p.* 582 *et* 615 *de la traduction*).

MM. de Pomme-Gorge et Adanson m'ont dit également qu'ils avoient vu des Mandingues qui alloient à Mozambique, et que les Nègres qui viennent à Galam voyoient dans le Bambarena, qui est plus loin, ceux qui vont à Tripoli et à Sennaar, de même que des Tripolins et des Abyssins qui viennent jusqu'au Bambarena, et à quelques journées au dessus de Galam.

Au mois d'octobre 1787, MM. Sparrman, Vadstrom et Herennius, savans Suédois, virent chez M. Peltan, le Schérif ou grand marabou, Sidi-Mahamet qui habite au Sénégal, et y jouit d'une grande considération. M. Brisson qui revenoit de sa captivité chez les Maures, leur servoit d'interprête; le Schérif leur rapporta le voyage qu'il avoit fait en pélérin jusqu'à la Mecque, par Tombut; il leur traça la direction de sa route et en marqua les principales stations sur un papier, que M. Vadstrom reçut avec empressment. M. Sparrman m'a écrit que ce Schérif leur offroit de recommencer ce voyage avec un Européen qui passeroit pour son esclave, qui iroit nuds pieds avec un simple manteau, à qui il pourroit être obligé de donner quelques coups du bâton sacré, que porte le marabou; il demandoit environ

mille écus, qui lui seroient payés à son arrivée au Levant. Mais nos voyageurs envisageoient la difficulté de supporter long-temps un pareil genre de vie avant que d'être acclimatés, et sur-tout le danger de perdre leur guide, ce qui les exposeroit à être faits esclaves; et même celui d'être vendus, dans le cas où le conducteur viendroit à être séduit par des offres plus considérables que le prix convenu; ainsi, malgré l'extrême envie qu'avoit sur-tout M. Vadstrom de connoître l'intérieur de l'Afrique, il n'osa accepter les offres du Schérif.

Cependant, voici ce qu'on lit dans *l'histoire du naufrage et de la Captivité de M. Brisson*, imprimée en 1689, (à Paris, chez Royez, page 17) « Ces deux illustres étrangers me » dirent qu'ils étoient venus de Gorée dans le seul dessein de » conférer avec moi, et pour me prier de leur donner des ins- » tructions sur le pays que j'avois parcouru en Arabie, et de » leur faciliter les moyens de se rendre du Sénégal à Maroc, » en traversant les déserts et en passant par Galem, Bambou » et Boudon. Je leur dis qu'ils ne réussiroient jamais à faire » ce voyage, à moins qu'ils ne trouvassent un Arabe qui » voulût se charger de les conduire; que je ne croyois point » la chose aisée; et que dans le cas même où ils le ren- » contreroient, il faudroit qu'ils parussent s'être attachés à » lui après s'être échappés du naufrage; qu'ils seroient con- » traints d'aller nuds, d'être constamment, jour et nuit, » exposés aux injures du tems, de le servir comme ses es- » claves, lors qu'ils rencontreroient d'autres Arabes, et de » se contenter, dans tous les tems, de manger les restes de » leur prétendu maître. Je les abouchai ensuite avec le » Schérif-Sidy Mouhamed, qui fait sa résidence au Sénégal; » mais il ne leur dissimula point que, nonobstant sa qualité, » qui le mettoit à labri d'une infinité de craintes et de désa- » grémens, il n'oseroit point s'exposer aux dangers du » voyage qu'ils projettoient. D'après un tel discours, ils » sentirent qu'il leur seroit impossible de l'entreprendre avec

espérance

» espérance de succès, et ils y renoncèrent ». Ce récit n'est pas parfaitement d'accord avec ce que m'écrit M. Sparrman; mais celui-ci a dû retenir mieux que M. Brisson ce qui l'intéressoit d'avantage.

Au reste, le Scherif Mohammed offroit à M. Lucas de le conduire par le Fezzan, et Cashna jusqu'à Assente, qui n'est pas à 100 lieues de la côte de Guinée, en l'assurant qu'il n'y avoit aucun danger. Lorsque M. le Monnier étoit en Angleterre en 1748, on venoit d'y voir un Marabou qui avoit fait ce voyage. Ils prennent le titre de Adjé ou Hadji c'est-à-dire, en arabe, pélérin de la Mekke, et cela augmente leur crédit. Quoi qu'il en soit, il y a certainement un meilleur moyen, c'est celui des caravanes. Je sais que les Maures ou Arabes du désert sont voleurs; cependant je vois par la relation de M. Brisson, qu'un marchand Juif de Guadnoun, venoit au milieu du désert à un temps déterminé; il étoit donc en sûreté. Ce qu'on appelle Guadnoun est la même chose que Wadnun, qui veut dire rivière du Nun; cette ville est appellée Nun, ou Nul dans la carte de d'Anville: Noun signifie poisson, Baleine.

M. de Pomme-Gorge m'a dit que les Nègres, appellés maîtres de chemin ou conducteurs d'esclaves, lui avoient offert de conduire des blancs du Sénégal à Tombut. M. de Flandre devoit y aller en 1742, mais il mourut trop-tôt.

M. d'Anville parle d'un projet semblable, auquel il avoit pris grand intérêt. (Acad. des inscr. *t.* 26 *p.* 75.).

M. Adanson, qui étoit au Sénégal de 1749, m'a dit qu'il avoit formé la résolution d'aller à Agadès, qui est à l'orient de Tocrur et à 500 lieues de Galam; et les voyages qu'il avoit faits le long du Sénégal, quelques pénibles qu'ils fussent, ne lui avoient pas ôté l'envie d'aller beaucoup plus loin.

En 1786, M. Durand, directeur du Sénégal, avoit le projet d'avancer dans l'intérieur de l'Afrique, et le voyage qu'il fit faire par terre jusqu'à Galam, et dont je parlerai bientôt, étoit très-propre à l'encourager; mais il fut rappellé par

la Compagnie, qui trouva ses traités avec les Nègres trop onéreux pour elle, et son zèle trop officieux.

En 1788 on avoit donné ordre à la Compagnie d'envoyer à Tombut, mais ce projet n'a pas eu d'exécution ; les Compagnies ne peuvent guères s'occuper que de leur intérêt actuel ou très-prochain; l'intérêt public, la gloire des nations, le progrès des connoissances ne peut entrer dans les spéculations d'une Compagnie de commerce. Ses soins n'alloient pas même jusqu'à assurer la subsistance de ses employés au Sénégal. Aussi, quand à présent, aucun Européen n'a encore osé aller même jusqu'à Tombut, quoique cette ville ne soit probablement qu'à 250 lieues de Galam, quoiqu'elle soit fréquentée par les Nègres, par les Maures et par les Barbaresques. Il y a même, à l'égard de Tombut, un fait bien étrange pour la Géographie, c'est la confusion qu'on a faite de deux villes importantes, éloignées cependant l'une de l'autre de 40 ou 50 lieues.

La ville de Tombut, dont Léon d'Afrique donne une pompeuse description, faite il y a 300 ans, que l'on copie encore dans nos Géographies, n'a point été visitée depuis ce temps-là par des Européens ; elle est appellée aussi Tombouctou dans l'ouvrage du P. Labat, dans la carte de d'Anville, et dans tous les auteurs qui en ont parlé. On sera bien surpris d'apprendre que Tombut et Tombouctou sont deux villes très-différentes ; c'est cependant ce qui résulte des notices qui m'ont été communiqués par M. Venture, interprète qui a résidé long-temps en Afrique et qui a vu plusieurs personnes qui avoient été à Tombouctou. Deux sujets du roi de Maroc qui étoient à Paris en 1788, nommés Ben-ali et Abdul Rahman, dont le premier avoit été à Tombouctou, lui donnèrent en détail la route qui y conduit, ainsi que celle de Tombouctou au Sénégal, par le désert de Sahara. Tombouctou n'est point une ville murée, cependant on estime sa population à 25000 ames. Elle est protégée par cinq rois Nègres, Musulmans ainsi que tous leurs sujets.

Ces rois sont ceux de Foulan, de Marca, Tounbou ou Tombut, de Kuwar et de Bournou; chacun de ces rois y envoie une de ses filles pour y prendre part au gouvernement, à l'exception de celui de Bournou qui y envoie un calife. L'empereur de Maroc a été souvent le maître de cette ville de Tombouctou, où il envoyoit un gouverneur, et il n'y a guères que 40 à 50 ans qu'elle n'est plus sous sa domination.

De Tombouctou il y a 7 ou 8 journées de distance jusqu'à Tombou, capitale du royaume Nègre de ce nom. La communication de ces deux villes est très-facile : on rencontre sur la route beaucoup de villages Nègres où l'on se procure des rafraichissemens. Cette confusion des deux villes de Tombut et Tombouctou est indiquée par le P. Labat, qui dit dans un endroit que cette ville n'est point sur le Niger, mais dans les terres (*tom.* 3, *p.* 56,) et qui parle cependant des barques vues sur le Niger, près de Tombut, toujours sur le rapport des Nègres, qu'on a de la peine à bien comprendre.

Sir George Staunton m'écrit qu'un marchand Maure, très-sensé, qui s'est trouvé en Angleterre, a dit avoir vu au sud de Tombouctou, à la distance d'environ cent milles d'Angleterre, une ville qui lui paroissoit la plus grande qu'il eût vue, excepté Londre, et peut-être le Caire; et M Beaufoy lui a dit que ce récit a été à peu-près confirmé par la relation d'une autre personne digne de foi. Cette ville est peut être Tombut; mais on peut juger encore, par cette circonstance, de l'étrange ignorance où nous sommes sur l'intérieur de l'Afrique.

Feu M. Fraisse, qui étoit directeur de la compagnie du Sénégal, m'a dit avoir vu à Paris en 1788, des Maures qui lui ont dit qu'on alloit fréquemment de Tombut à Bournou; c'est la seconde partie du trajet dont je m'occupe ici. Or, à Bournou il y a une rivière qui va tomber dans le Nil, et il y a des communications de Bournou avec le Caire et avec le

Fezzan, qui est au midi de Tunis. Enfin, il y a une ville de Gonjah, qui n'est pas à 170 lieues de Galam, et qui a des relations avec Cashna, Agadez et le Fezzan, comme je le dirai bientôt. Ainsi, en partant du Sénégal on peut traverser l'Afrique en entier d'occident en Orient; c'est ce que j'avois entrepris de prouver.

Il en est de même en commençant par le nord ou par les côtes de Barbarie. On peut également pénétrer dans l'intérieur de l'Afrique jusqu'au Niger. J'ai parlé, d'après, M. de Guignes, des voyages des Arabes; je vois ensuite qu'en 1594, un marchand nommé Antoine Dassel, envoya jusqu'à Maroc, pour avoir des informations sur Tombuto, et apprit qu'il en étoit venu au mois de juillet trente mulets chargés d'or. (*collect. de Hakluyt, t.* 2 *p.* 192, *Hist. des Voy. t.* 2, *p.* 531, *in*-4°.)

Actuellement les Maures viennent en troupes des états de Maroc jusqu'au Sénégal; j'ai appris que M. de Saint-Adon, qui étoit gouverneur du fort de Galam vers 1735, en avoit fait venir 3000 pour les mines. Un canon qui crêva et qui tua M. de Saint Adon, les maladies, les divisions, firent échouer le projet, comme beaucoup d'autres qui ont été formés, en divers temps, pour le progrès de nos établissemens en Afrique.

M. Venture m'a dit que le capitaine Barthélémy avoit vu un habitant de Tunis sur la côte d'Or, et qu'il y étoit venu au travers de l'Afrique, sans beaucoup de difficultés.

M. Desfontaines, de cette Académie, qui a fait en Afrique un voyage si utile à l'Histoire Naturelle, m'a dit avoir vu à Tozzer, dans le Royaume de Tunis, un juif qui revenoit de Tombut avec une caravane. Il sait aussi que d'Alger et même de Maroc on va à la Mecque par le désert, et que de Tombut il y a des Maures qui vont jusqu'à l'Océan; il pense qu'un médecin auroit sur-tout un grand avantage pour ce voyage. Il a vu un juif qui alloit à Tombut en faisant la médecine; il parloit François, en sorte qu'il ne peut y avoir de difficulté sur son récit; mais il observe qu'on peut faire 50

lieues sans trouver d'eau ; il est même arrivé que des caravanes ont péri faute de précautions à cet égard ; mais des accidens que l'on peut prévenir ne doivent pas anéantir nos espérances ; M. Venture m'a aussi assuré qu'il part tous les ans de l'Empire de Maroc une caravanne qui cotoye les états d'Alger, de Tunis et de Tripoli, dont les habitans se réunissent ainsi que beaucoup de Nègres de l'intérieur de l'Afrique, elle est souvent commandée par un prince de la famille régnante.

En 1781, M. Joseph Montemurli, (né à Verone en 174?) me raconta qu'en 1773 il avoit été au Fezzan, qu'il estimoit à environ 300 lieues de Tripoli, faisant cinq lieues par jour à cheval ; que la ville de Fezzan contenoit 25000 habitans, qu'il y venoit des caravannes de Tombouct, de Dafnou, de Mandrou et de Bournou, qui est à 60 journées de distance ; il m'assura qu'il avoit déposé la relation de son voyage chez M. Sauvege, notaire rue de Bussy, pour être remis à l'Académie en cas de mort ; mais on dit que M. Montemurli est actuellment à Astracan, et le successeur de M. Sauvege n'a point le manuscrit.

M. Venture a vu, il y a quelques années, à Paris, un envoyé de Tripoli en Hollande, qui avoit un oncle à Bournou, envoyé par le roi de Fezzan, et qui lui donna en détail la route de Tripoli au Fezzan ; j'espère la publier avec d'autres renseignemens qu'on m'a promis. M. Desfontaines s'est assuré d'après le témoignage de plusieurs personnes très dignes de foi qui ont résidé à Tripoli, que les caravannes de cette ville vont au Fezzan avec la plus grande facilité ; il croit que ce seroit un des meilleurs moyens de pénétrer en Afrique et le pacha de Tripoli procureroit tous les secours qui seroient en son pouvoir.

Les Ouareglis, grande nation de véritables Nègres, au midi de Tozzer, environ dix journées, viennent à Tunis et à Alger pour y servir ; leur pays n'est point connu ; il n'est pas même indiqué dans nos Cartes, ce qui est une nouvelle preuve de notre ignorance sur l'intérieur de l'Afrique Cependant l'on y peut aller facilement ; il y a un Bei,

M. Desfontaines a vu à Tozzer celui de ses fils qui devoit lui succéder ; il y étoit venu pour avoir une conférence avec le Bey de Tunis. M. Desfontaines a eu, pendant son voyage de Tunis à Tozzer, quatre Nègres Ouareglis ; l'un d'eux savoit la langue franque, de sorte que notre académicien pouvoit s'en faire entendre et en être entendu ; il lui dit que les Ouareglis professoient la religion musulmane, qu'ils cultivoient de l'orge et beaucoup de dattiers, que le sol de leur pays étoit très-sablonneux, que les chaleurs y étoient épouvantables pendant l'été, que néanmoins on trouvoit des sources d'eaux très-abondantes dans plusieurs endroits.

Il s'est formé, depuis quelques années, en Angleterre, une société d'environ cent personnes, qui ont souscrit pour 80 mille francs, à l'effet de procurer des voyages dans l'intérieur de l'Afrique.

Cette société envoya, en 1788, M. Ledyard au Caire, et M. Lucas à Tripoli; celui-ci devoit aller à Mourzouk, capitale du Fezzan, espèce de point central qui est lié par le commerce avec les autres villes de l'intérieur de l'Afrique; les troubles du pays l'empêchèrent de suivre son projet ; il fut rebuté par les difficultés, et il revint.

M. Ledyard ne se rebutoit point; il étoit prêt à partir pour Sennaar et pour la Nigritie; mais il mourut au Caire à la fin de 1788, comme on le voit dans un ouvrage imprimé, dont voici le titre : *Proceedings of the association for Promoting the Discovery of the interior parts of Africa*, 236 pages *in-4°*. Ce livre n'est point en vente, mais j'en ai reçu un exemplaire de M. Beaufoy, qui en avoit été le rédacteur, en 1790, à la sollicitation de sir George Staunton, qui est un des souscripteurs pour cette utile entreprise. Il y a un extrait de ce livre dans le *Critical Review*, du mois d'Août 1790 ; l'on m'écrit qu'on en fera une nouvelle rédaction pour la rendre publique, et qu'en attendant on a fait partir au mois d'Octobre 1790, M. le major Houton, pour suivre le projet de voyages en Afrique, en remontant la

Gambie, et pénétrer dans l'intérieur du pays ; cette direction n'est pas si favorable que celle du Sénégal, qui est ouverte aux françois ; cependant il a trouvé un conducteur qui est convenu de le mener à Tombouctou, et de le ramener, moyennant une somme qui ne lui sera payée qu'au retour, c'est ce que l'on a appris au mois de décembre 1791, par une lettre du major Hutton, qui n'étant point rebuté par les difficultés, se préparoit à ce pénible voyage.

Suivant les informations que M. Ledyard avoit prises dans le marché des esclaves au Caire, relativement aux endroits où vont les caravannes pour en acheter, il apprit que la caravanne de Sennar amène des esclaves, qui sont de 150 lieues à l'occident de Sennar. Qu'une autre caravanne va du Caire au Fezzan en 50 jours ; que du Fezzan à Tombouctou, il y a 90 journées de 7 lieues chacune. Il y a aussi une caravanne de *Darfoor ;* ce pays doit être au midi du royaume de Bournou, mais on n'en sait absolument rien. La caravanne de *Darfoor* est marquée sur la carte de M. Bruce, comme allant à la Mecque par Dongola, qui est sur le Nil, à 19°. et demie de latitude : elle vient d'un pays plus méridional que Bournou, à en juger par sa direction, sur la Carte de M. Bruce. Il y a donc un pays considérable ou une ville importante, nommée Darfoor, au midi de Bournou, et par conséquent peu éloignée du Niger. M. Ledyard en parloit (*pag.* 55 *et* 57) M. Venture a vu beaucoup d'esclaves venant de Darfoor au Caire, il en vient environ 4000 par an. Voila donc un nouveau moyen de communication entre les deux extrémités de l'Afrique. M. Bruce en décrivant le Royaume de Sennaar dit que les montagnes de F z clo font partie de la chaîne de Dyre, et de Tegli, qui s'étend très-loin dans l'ouest, et d'où l'on tire l'or et les esclaves, qui font la richesse du royaume de Sennaar (t. 4 p. [illegible] *la trad.*) (1) M. Lucas prit des informations d[illegible]

(1) En parlant du Caire, je crois devoir anoncer une grande et précieuse Carte de l'Eg[illegible], manuscrite, du P. Sicard que M. Brotier a entre les mains, et qu'il seroit util[illegible]

Scherif Imhammed, qui avoit été souvent employé par le roi de Fezzan, comme facteur pour le commerce des esclaves; il apprit que Fezzan a des relations avec les royaumes de Cashna et de Bournou, qui sont sur le Niger. La route du Fezzan à Cashna est décrite dans le livre Anglois; elle est de 64 journées, dont 47 jusqu'à Agadez, sans compter les jours de repos. Il y a des déserts arides et brûlans; mais il y a aussi des stations agréables au midi ou à l'ouest de Cashna; il n'y a point de chameaux, mais des mulets, de petits chevaux et des ânes, qui peuvent porter 100 ou 200 livres. Sur la carte de M. Rennel, dans le même livre, il y a une communication de Cashna à Gonjah, qui paroît n'être qu'à 170 lieues à l'orient de Galam, c'est-à-dire, à 15°. de longitude et à 15 de latitude, et les stations y sont marqués d'après le Scherif Imhammed. M. Buache m'a dit qu'il avoit déja eu des rapports qui lui rendent très-croyable celui du Scherif Imhammed.

Les deux grands royaumes de Bournou et de Cashna sont arrosés par le Niger, et forment probablement la partie la plus élevée de l'Afrique, puisque du royaume de Bournou, et pas loin de la source du Niger, sort la rivière de Gazelle, qui va tomber dans le Nil, suivant le P. Sicard.

Sur la route de Mourzouk à Bournou, on trouve des sables, quelques pâturages, et quelques villes à différens intervalles; suivant M. Lucas, les habitans du Fezzan, qui ont l'esprit du commerce, ne sont point rebutés par les difficultés ni par l'éloignement, et cette route qui est décrite dans le livre que j'ai cité, ne paroît point offrir de danger. M. Venture m'a aussi assuré que du Caire il part des caravannes pour Bournou.

La route de Mourzouk à Cashna, depuis 16°. de latitude, est un désert de sable, entrecoupé par des parties fertiles et habitées; et l'on passe par Agadez, dont nous avons parlé. Cashna est environ à 15°. de latitude dans le pays que l'on appelle ordinairement le royaume de Nigritie ou

Soudan.

Soudan. Ces noms, dit M. Lucas, sont quelquefois bornes au royaume de Cashna; mais plus proprement ils comprennent différentes nations au midi et probablement à l'est, que l'on prend pour le royaume de Cashna, dont le roi s'appelle Sultan de tous les Soudans. M. Bruce appelle Soudan la Nigritie, ou pays des Noirs en général, des deux côtés du Niger, (tomé 4, page 486).

Pour pénétrer dans l'intérieur de l'Afrique, un des meilleurs moyens seroit de suivre les caravannes de Tripoli au Fezzan, dont la distance est d'environ 190 lieues, d'après les détails que M. Venture m'a communiqués, quoique sur la carte de M. d'Anville il n'y ait que 100 lieues; mais il n'évalue les journées qu'à cinq lieues et c'est trop peu.

Les caravannes de Bournou au Fezzan, sont très-fréquentes; elles sont 35 à 40 jours en route. Il n'y a pas 300 lieues; suivant M. Lucas, il y a 48 journées; mais elle trouvent de temps en temps des villes où elles se rafraîchissent et renouvellent leurs provisions. M. Lucas s'est assuré, autant qu'il étoit possible, de la véracité du Scherif Imhammed, et il croit qu'on ne peut douter de son récit. M. Venture sait que le roi de Fezzan envoie de temps à autre des ambassadeurs au roi de Bournou : en 1785, l'envoyé extraordinaire qu'il lui avoit expédié, étoit un marchand de Tripoli, d'une famille distinguée. Enfin, M. Desfontaines sait bien positivement que des caravannes de l'intérieur de l'Afrique viennent au Fezzan pour y faire le commerce.

Le Bey de Mascar, près d'Oran, dans le Royaume d'Alger, lui a assuré que tous les ans il venoit des caravannes de l'intérieur de l'Afrique qu'elles apportoient des peaux d'autruches, de la poudre d'or, pour laquelle on leur donnoit des sequins algériens. Il ajoutoit que le commerce lui produisoit beaucoup dans certaines années; et M. Desfontaines ne doute point qu'un voyageur ne fut en sureté avec ces Caravannes.

M. Froment de Champ-la-Garde, vice Consul de France à Tripoli de Barbarie, a aussi recueilli de plusieurs marchands de Nègres des itinéraires de Cashna ou Cachina, et de Borno; il compte 35 journées de Tripoli au Fezzan, 70 du Fezzan à Cashna, et 45 du Fezzan à Borno. Il évalue les journées à six lieues. Il m'a envoyé une autre route de Cachina à Marmara, par Zanfara, Javouri, et Nefi, route de 57 journées que je n'avois point vue ailleurs, et sur laquelle je lui ai demandé de nouveaux éclaircissemens; elle doit aller, ce me semble, du côté du Nil, tandis que celle de Gonjah approche beaucoup de nos établissemens du Sénégal et de Galam, qui nous invitent à les réunir.

En 1784, quatre voyageurs allemands, encouragés par M. de Castries, ministre de la marine, s'étoient proposés de parcourir l'intérieur de l'Afrique, et d'aller au Sénégal par le Fezzan. Ils se rendirent à Tunis; M. Venture les présenta au Bey qui leur promit des lettres de recommandations; mais la peste faisoit des ravages; enfin, le manque d'argent, plus que toute autre difficulté, leur fit abandonner le projet.

M. Adanson m'a parlé de M. le Baron Entziedel Allemand, qui avoit ce projet, et à qui il avoit donné diverses instructions.

M. Magallon, parti au mois de janvier 1793 pour le Caire, en qualité de consul de France, m'a promis des renseigemens plus détaillés, et il se propose de lier une correspondance avec les Rois Nègres de l'intérieur de l'Afrique.

Il paroît que pour quelqu'un qui sauroit bien l'Arabe et qui pourroit passer pour Musulman, le voyage, depuis Tunis jusques au bord de l'Océan, n'a rien d'impossible: il ne faudroit que du courage, un fort tempéramment, beaucoup de patience, des marchandises qu'on pût échanger dans les stations; on feroit bien d'attendre les caravannes, parce qu'on est en sûreté avec elles. Avec de l'argent, on formeroit des caravannes dans les parties où il n'y en a pas;

mais pour ne pas périr, faute d'eau, il faudroit être guidé par les conducteurs qui savent où on en trouve; et les différentes routes des caravannes dont j'ai parlé, prouvent assez qu'on peut s'en procurer.

M. de Prelong pense que les Maures qui savent prendre de l'ascendant sur les Nègres et s'en faire respecter, seroient les meilleurs conducteurs; 40 maures avec 20 Chameaux, un troupeau de Moutons et de Chevres, pourroient nous conduire au travers de l'Afrique, et il n'en coûteroit pas 50 mille écus. Annales de chymie t. 18 p. 268.

Les François ont, sur-tout, un grand intérêt à s'établir en Afrique: les mines de Bambouk pourroient seules nous produire des centaines de millions, et elles sont à notre portée.

En effet, André Brue avoit déja, en 1723, des vues bien concertées pour les mines de Bambouk, dont on voit le détail dans le P. Labat, (t. 4, p. 72). En 1714 il avoit fait bâtir le fort Saint Pierre à Camoura, sur la rivière de Felemé, à 15 lieues de son embouchure dans le Niger. Il avoit envoyé, en 1716, un employé nommé Compagnon; celui-ci reconnut les mines, et rapporta qu'il ne seroit pas difficile de traiter avec quelques *farims* ou chefs du pays pour acheter le droit d'y travailler. Le cardinal Alberoni vouloit faire de la Monarchie de Naples un état puissant par les établissemens d'Afrique, comme on le voit dans son Testament politique.

M. David, qui étoit gouverneur au Sénégal, et qui alla visiter les mines de Bambouk en 1744, fut accueilli par-tout; les habitans le pressoient de bâtir des forts et de faire travailler à leurs mines; il voyoit l'or à la surface de la terre, et jusques dans l'eau qu'on lui donnoit à boire. J'ai vu avec intérêt ce respectable vieillard, dont la mémoire est encore en vénération parmi les Nègres depuis 46 ans, me parler de l'espérance qu'il avoit eue d'acquérir à la France des richesses supérieures à celles du Pérou et du Mexique, en faisant le bonheur des nations qui lui ouvroient leurs trésors;

il est persuadé qu'on auroit tiré de Bambouk cent millions d'or en peu d'années.

Les vues de M. David furent déconcertées par la guerre, ce fléau destructeur de tout bien. Les Anglois ont ensuite possédé le Sénégal, depuis 1758 jusqu'en 1779; mais aujourd'hui nous pouvons reprendre ces utiles projets; M. Poussel, que j'ai déjà cité, m'a fait dire qu'il étoit encore certain des dispositions favorables des habitans du pays de Bambouk. M. Raynal, dans son histoire philosophique du commerce des deux Indes (l. XI. art. 16) atteste la richesse des mines de Bambouk.

M. Durand, directeur de la compagnie du Sénégal en 1786, s'en étoit occupé; il envoya par terre à Galam, et c'étoit la première fois qu'on faisoit ce voyage. Rubaut, un des employés sous ses ordres, partit avec un Marabout, deux Nègres et trois chameaux, le 13 janvier, de Saint-Louis du Sénégal, ou plutôt du village nègre de la Gandiole, qui dépend du Damel ou roi de Cayor; il traversa en partie les huit royaumes ou nations, de Cayor, Iolofs, ou Guiolofs, de Barre ou des Mandingues, de Bambouk, d'Youli, de Mériné, de Bondou et de Galam; les maîtres de villages, les Bours ou Rois de chaque pays lui firent toutes sortes d'accueil; on tuoit des bœufs, on lui donnoit des provisions et même des guides. On n'y avoit jamais vu de blanc, et c'étoit une fête pour les princes et les sujets. Il établit des relations de commerce pour M. Durand, avec le roi des Iolofs et le prince de Galam.

La route du Sénégal à Galam est de 150 lieues en ligne droite; Rubaut arriva le 17 février, c'est-à-dire, au bout de 35 jours, et il avoit séjourné en différens endroits. Ce voyage par terre à Galam est donc facile; on peut juger qu'il ne seroit pas plus difficile d'aller aussi loin de Galam; et l'on seroit bien près ou de Gonjah ou de Tombouctou, qui est vers le Niger; l'on y trouveroit de grandes villes qui promettent des ressources pour voyager. Actuellement

l'Almami qui s'est fait élire par les Foules et les Poules, est un homme d'esprit, il est chef de la loi et philosophe, il écrit bien en Arabe, et M. Peltan a fait un traité avec lui à Podor.

Un des grands obstacles à nos progrès en Afrique, est la position du fort Saint-Joseph de Galam, situation funeste pour les françois. Il est entouré de marigots, ou petites rivières, qui forment des eaux croupissantes dans la saison où le fleuve est navigable. Une partie de ceux qui font ce voyage en juillet et Août périssent; les autres y contractent des maladies dont ils sont long-temps à se remettre; mais en partant plutôt, ou faisant le voyage par terre, dans une autre saison, on évitera ce danger, comme Durand s'en est assuré en 1786. D'ailleurs, il y a long-temps qu'on pense à transporter plus loin notre habitation de Galam.

André Brue, lors-qu'il étoit directeur et commissaire général pour la compagnie royale du Sénégal, et côtes d'Afrique, vouloit bâtir un fort, vingt lieues plus loin que Saint-Joseph, sur l'isle de Caigneux ou Caignoux; il y alla en 1718 et 1719, et envoya son procès-verbal, (t. 4, p. 9). Cette situation seroit bien préférable: on y attendroit les marchands au passage, et on leur épargneroit deux cents lieues qu'ils sont encore obligés de faire avant d'arriver à l'endroit où les anglois les attendent du côté de la Gambie; mais la difficulté de la navigation avoit été cause, en 1713, qu'on avoit bâti à Macanet, en Galam, le fort Saint-Joseph, qui subsiste encore en partie.

Le décret du 18 Janvier 1791, qui a rétabli la liberté du commerce du Sénégal, et supprimé le privilége de la Compagnie, remet la nation dans le cas de pourvoir elle-même aux établissemens qui pourroient nous procurer cette source de richesses.

Il seroit donc plus facile aux François qu'à aucune autre nation de pénétrer dans l'intérieur de ce riche et curieux pays, et d'apprendre à toute l'Europe des choses toutes nouvelles.

Pour commencer ces belles entreprises, il ne faudroit que des jeunes gens acclimatés quelque tems en Afrique, qui sussent l'Arabe, et le Mandingue, qui fussent accoutumés à la manière de vivre des Nègres et des Maures, et qui se joindroient aux conducteurs des caravannes où aux Nègres qui vont à Tombut, au Fezzan, à Bournou ou à la Mecque, pour traverser l'intérieur de l'Afrique; on y pourroit établir des relations qui seroient utiles à la géographie, à l'histoire naturelle, au commerce, et ce qu'il y a de plus intéressant à la perfection d'une partie de l'humanité; nous avons donc lieu de l'espérer.

Les géographes, les naturalistes, tous les savans des nations éclairées, devroient s'indigner, comme moi, d'une si profonde ignorance, et réunir leurs efforts auprès des administrateurs pour former quelque entreprise; j'en ai toujours parlé à tous ceux qui pouvoient être à portée d'y influer, et c'étoit encore l'objet de ce mémoire.

MÉMOIRE

Sur la nécessité et les moyens d'armer les édifices de Paratonnerres *ou de* Conducteurs, *pour les préserver de la foudre* (1).

PAR J. B. LEROY.

LE célèbre *Gray*, anglais, par un de ces pressentimens heureux qui n'appartiennent qu'au génie, annonça, il y a près de cinquante ans, que le feu électrique et celui de la foudre, n'étoient qu'un seul et même feu (2).

Cette belle et grande idée, où l'on assimiloit ainsi les phénomènes électriques à ceux du tonnerre, étoit alors d'autant plus remarquable que l'électricité étoit si foible, que son feu étoit à peine sensible; aussi on ne peut s'empêcher d'admirer la sagacité de ce physicien, qui, malgré des phénomènes si fugitifs, osa prédire que ces deux feux, l'un si redoutable et l'autre si foible, tenoient cependant à la même cause.

Quoi qu'il en soit, de nouvelles expériences donnèrent bientôt à cette idée une nouvelle vraisemblance, et cette vraisemblance alloit en augmentant de jour en jour, à me-

(1) Il est important d'observer, par rapport à différentes choses contenues dans ce Mémoire, que bien qu'il n'ait été lu à l'Académie qu'en 1788, il a été fait à Brest en 1784, comme il est dit dans la relation de mon voyage dans ce port, imprimée dans ce volume.

(2) Voyez sur cette prédiction la note qui se trouve à la première page de mon Mémoire *sur les verges ou barres métalliques* destinées à garantir les édifices des effets de la foudre, etc. inséré dans le volume de nos Mémoires de 1770, page 53.

sure qu'elles se multiplioient. Néanmoins, et malgré toutes ces expériences, ce n'étoit toujours qu'une conjecture; lorsque Franklin prévit, en s'élançant au-delà de la sphère des idées ordinaires, ce qu'on pouvoit espérer d'une propriété électrique nouvellement découverte, pour faire cesser toute incertitude sur ce sujet. Cette propriété consistoit dans le pouvoir qu'ont les pointes métalliques, comme une aiguille, un poinçon, etc., de tirer ou de pomper le fluide électrique des corps électrisés, quoiqu'elles en soient fort éloignées.

En effet, frapé de cette propriété singulière des pointes, il imagina de s'en servir pour franchir, par une expérience aussi ingénieuse que hardie, l'intervalle qui nous sépare des nuages, et reconnoître enfin si cette identité entre le feu électrique et le feu du ciel imaginée par Gray, existoit réellement, ou si ce n'étoit qu'une de ces conjectures si souvent hazardées par les savans, et si souvent démenties par la nature.

L'expérience que Franklin imagina étoit d'observer si une longue verge de fer pointue, établie sur un lieu élevé et *isolée* (1), ou soutenue par des cordons de soie, la pointe tournée en haut, ne s'électriseroit pas pendant un orage accompagné de tonnerre.

Il étoit réservé à la France de faire la première, cette curieuse expérience. Feu d'Alibard, habile botaniste, fut, malgré le ridicule qu'on vouloit y attacher, assez hardi pour l'entreprendre. Il fit élever en conséquence l'appareil dont je viens de parler, dans les jardins du château de Marly-la-Ville (2), lieu fovorable à l'expérience. A peine

(1) On appelle *isolé*, en terme d'électricité, un corps soutenu par un autre corps qui arrête le passage du fluide électrique, comme la glaise, la cire, etc., arrête le passage de l'eau. Les substances qui isolent sont *le verre, la soie, la cire d'Espagne*, etc.

(2) Marly-la-ville, devenu à jamais célèbre dans les fastes de la physique, par cette fameuse expérience, est un village situé à six lieues de Paris, sur la route de Flandre.

son

son appareil étoit-il en place, que l'événement justifia son courage; et il eut la gloire d'avoir fait l'expérience la plus grande et la plus hazardeuse qu'on eût encore osé tenter en physique; car le 10 mai 1752, un orage s'étant élevé dans ce canton, et le vent ayant poussé les nuages chargés de la foudre au-dessus de l'appareil; on vit, avec autant de surprise que d'admiration, le feu du tonnerre passer dans cet appareil, et descendre sur la terre, non en éclats, et portant par-tout l'épouvante, mais tranquillement et d'une manière graduée; enfin, de façon qu'on pût aisément s'assurer de son identité avec le feu électrique, et avoir par-là une pleine confirmation de la prédiction que Gray avoit faite près de vingt ans auparavant.

Dans peu de temps, une foule d'expériences et d'observations confirmèrent cette grande découverte, et tous les physiciens, ou au moins les plus instruits, demeurèrent convaincus que le feu électrique et celui de la foudre étoient identiques, ou absolument les mêmes.

Franklin ne s'occupa jamais de la physique, que pour la rendre utile, et la faire servir à nos besoins. En proposant la belle expérience dont je viens de parler, il ne manqua pas de proposer en même-temps un moyen de profiter de son résultat (s'il se trouvoit tel qu'il le présumoit) pour garantir les édifices de la foudre.

Ce moyen consistoit à les armer d'un appareil composé d'une pointe métallique, dominant sensiblement par sa hauteur, sur toutes les parties de la couverture, et faisant corps, avec une suite de barres, pareillement métalliques, réunies ensemble, et descendant du haut en bas de ces édifices dans la terre humide; enfin, il proposoit ce que l'on appelle aujourd'hui un *conducteur*, ou plutôt un *paratonnerre*. Il ajoutoit que, par ce moyen, si le feu électrique et le feu de la foudre étoient les mêmes, cet appareil transmettroit la matière fulminante, ou le feu des nuages orageux, du haut en bas d'un bâtiment, insensiblement et sans aucun danger. Mais l'expérience avoit déjà

démontré l'*identité* de ces deux feux; tout annonçoit donc que ce moyen étoit très-propre à produire l'effet qu'il en attendoit.

Car, pour garantir les édifices des ravages de la foudre; il faut, ou trouver les moyens d'en dépouiller les nuages qui en sont chargés, ou, si l'on ne peut y parvenir, présenter à leur matière fulminante, lorsqu'ils éclatent au-dessus de ces édifices, une route qu'elle prenne de préférence, et par laquelle cette matière puisse, en la suivant constamment, descendre, du haut en bas, dans la terre, sans causer aucun dommage. Or, les *paratonnerres* de Franklin tendent à remplir le premier objet, et satisfont pleinement au second.

En effet, les pointes métalliques élevées au-dessus des édifices, et *isolées*, se chargeant du fluide électrique, ou du feu du ciel, à l'approche des nuages orageux, comme l'a prouvé l'expérience de Marly-la-Ville, tant répétée depuis; il est évident qu'elles ne peuvent se charger ainsi de ce feu, que ce ne soit en le soutirant, plus ou moins, de ces nuages. Mais si l'on suppose que ces pointes, cessant d'être *isolées*, communiquent par une suite de barres de fer, ou de parties métalliques avec l'eau, ou la terre, en bas; cette nouvelle circonstance ne les empêchera pas de continuer à soutirer le feu des nuages; il y a plus, elle les mettra même dans le cas d'en pomper encore davantage. En effet, l'expérience nous a appris que les pointes *isolées* tirent moins de feu électrique des corps qui en sont chargés, et auxquels on les présente, que celles qui ne sont pas *ainsi isolées*, ou qui communiquent directement, comme nous venons de le dire, par une suite de parties métalliques, avec l'eau, ou la terre humide.

Mais l'assemblage de pointes et de barres métalliques, que je viens de décrire, n'est autre chose que le *paratonnerre*, ou le *conducteur* de Franklin; cet appareil, par une suite nécessaire des propriétés du feu électrique, dépouillera donc, plus ou moins, les nuages de leur matière

fulminante, et, par conséquent, tendra, comme je l'ai observé, à remplir le premier objet.

Quand au second; comme un corps plein de matière électrique, et qui est dans le cas d'étinceller, darde toujours son feu sur la pointe qui en est la plus proche; il s'ensuit qu'un nuage chargé de matière fulminante, éclatant au-dessus d'un bâtiment, déchargera de même son feu sur la pointe dont ce bâtiment est armé; puisque, par les principes de la construction du *paratonnerre*, cette pointe doit dépasser sensiblement tout ce qui le domine. Ainsi ce feu n'attaquera jamais aucune partie de la couverture, et se portera uniquement sur cette pointe, pourvu, toutefois, que ce bâtiment ne soit pas trop étendu, comme j'aurai occasion de le dire dans la suite. Mais cette pointe, en conséquence de la même construction, communique avec un assemblage de barres métalliques qui descendent dans la terre, et ces barres transmettent, très-exactement et très-promptement, comme je l'ai dit, la matière électique ou fulminante, d'une de leurs extrémités à l'autre. Si l'on suppose donc que la foudre éclatte au-dessus d'un bâtiment armé d'un *paratonnerre*, il en résultera nécessairement, 1° que son feu se jettera, de préférence, sur la pointe du *paratonnerre*, sans attaquer aucune partie de la couverture; 2° qu'il passera, de cette pointe, dans les barres métalliques, ou de transmission; 3° qu'il descendra en bas, dans la terre humide, sans se porter, à droite ou à gauche, sur aucun objet; ainsi, qu'au moyen de cet appareil, quoique la foudre se soit jettée sur ce bâtiment, elle n'y fera pas le moindre dégât.

Un *paratonnerre* remplira donc pleinement le second objet, c'est-à-dire, garantira un édifice de la foudre, toutes les fois qu'il sera dans la cas d'en être frappé.

Je dois ajouter encore, comme une chose sur laquelle il est essentiel d'insister, que cette propriété des substances métalliques, de fournir, à la matière fulminante, un canal qu'elle suit et ne quitte jamais, tant que leur continuité a lieu, est si bien prouvée par les faits, qu'on peut défier har-

diment, quelque physicien que ce soit, de citer une seule observation, où elle se trouve démentie. Enfin, cette propriété en quoi consiste un des principaux effets des *paratonnerres*, est si constante, qu'il y a tout lieu de croire que, si nos progrès dans l'électricité, avoient suivi une autre marche, et telle que la découverte de l'indentité de son feu, avec celui de la foudre, eut été réservée pour les siècles futurs; on n'en seroit pas moins venu, dans la suite des temps, à armer les édifices de barres de fer, circulant autour de leurs combles, et descendant, en bas, dans la terre, afin de les préserver des ravages du tonnerre, tant cette sage précaution se trouve préscrite par tous les effets qu'on observe dans les édifices qui ont été frappés de la foudre.

L'effet et l'utilité des *paratonnerres* résultant, d'une manière si évidente, des propriétés du fluide électrique, et de son identité avec la foudre; il semble qu'on auroit dû s'empresser d'en faire usage; mais il en arriva tout autrement. L'envie et la jalousie se hâtèrent de les critiquer; on alla même jusqu'à les tourner en ridicule, sur-tout parmi nous.

Cependant, pénétré de la solidité des raisons que je viens de rapporter, et qui, en établissent si évidemment les avantages, et surpris, en même tems, d'une manière d'en juger si contraire aux phénomènes, je ne cessois de parler de cet ingénieux préservatif contre la foudre, et de la prôner dans les occasions. Mais malgré tout ce que je pus dire alors, et alléguer, dans la suite, en faveur des *paratonnerres*, personne ne tenta d'en faire usage en France.

Par là, nombre d'édifices qu'on auroit pu garantir de la foudre, en ont été frappés, et on a perdu un temps précieux, qui nous auroit certainement fourni plusieurs observations intéressantes; il y a, du moins, tout lieu de le croire, d'après celles que l'on a faites dans les pays où l'envie n'ayant pas aveuglé les esprits sur leur utilité, on ne balança pas à les établir; je veux parler de l'Amérique septentrionale. Ses habitans prévenus plus favorablement pour les *paratonnerres*, soit par l'opinion qu'ils avoient de leur compatriote, Fran-

klin, soit par quelqu'autre cause, ne manquèrent pas de les adopter et d'en armer différens bâtimens : ils eurent tout lieu de s'en applaudir ; car toutes les observations qu'un hasard heureux les mit à portée de faire sur leurs effets, fournirent autant de preuves convaincantes de la propriété qu'ils ont de garantir les édifices des effets fâcheux du tonnerre.

Mais leurs succès en Amérique, étant peu connus en Europe ; on continuoit toujours à les regarder comme dangereux, lorsqu'en 1770, je crus devoir ranimer l'attention sur un sujet si important. Je lus, en conséquence, à l'Académie, un mémoire dans lequel je faisois voir, par une comparaison suivie des phénomènes de l'électricité et de ceux du tonnerre, à quel point l'utilité des *paratonnerres* étoit démontrée, par la théorie et par les observations.

Mes efforts ne furent pas tout-à-fait inutiles. Quelques physiciens distingués, et entre autres, Morveau, de l'Académie de Dijon, firent placer des *paratonnerres* sur différens édifices, mais ils eurent peu d'imitateurs. Cependant l'usage des *paratonnerres* avoit déjà commencé à se répandre chez nos voisins.

Le grand duc de Toscane et la république de Venise en avoient fait établir sur leurs magasins à poudre, et sur d'autres bâtimens.

L'empereur et le roi de Prusse (1) en avoient fait autant dans leurs états. En Angleterre, on en voyoit à Londres

---

(1) On m'a raconté à ce sujet une anecdote de ce grand homme, dont l'esprit paroissoit s'étendre à tout, qui est un grand exemple des bisarreries de l'esprit humain, et qui ne sera pas étrangère ici. On m'a assuré que bien qu'il eût, comme je viens de le dire, fait établir des paratonnerres dans ses états, sur ses magasins à poudre, et sur ceux des habillemens de ses troupes, il ne voulut pas qu'on en mît sur son château de *Sans-Souci*, où il faisoit sa résidence ordinaire. Et cette anecdote me paroît d'autant plus certaine, qu'elle est parfaitement d'accord avec une autre relative à l'inoculation, que je tiens d'un des premiers génies de l'Europe, qui a passé plusieurs années à Berlin. Il m'a dit que Frédéric ayant fait venir un médecin d'Angleterre pour introduire l'inoculation dans son pays, il ne consentit jamais à ce que ses neveux fussent inoculés, bien qu'un de leurs frères, qu'il chérissoit le plus, eût été enlevé par la petite vérole.

sur la belle église de Saint-Paul, et sur le palais appelé *Buckingham House*. On en avoit mis pareillement sur les magasins à poudre ; enfin, successivement, les châteaux et les maisons un peu considérables en avoient été armés.

J'espérois que des exemples si multipliés, quoiqu'étrangers, achèveroient d'ouvrir les yeux sur l'utilité des *paratonnerres* : mais on ne s'empressa pas beaucoup d'en établir.

Il faut convenir cependant, que depuis quelque temps, ils ont commencé à devenir plus communs, particulièrement depuis l'année dernière, année remarquable par son brouillard et par les orages qui l'ont accompagné. En effet, soit que les accidens sans nombre produits par ces orages, ayent mieux fait sentir la nécessité des *paratonnerres*, soit que le moment fût arrivé, où les faits qui en prouvent les avantages, devoient faire le plus d'impression sur les esprits ; ils se sont fort multipliés depuis cette époque.

Néanmoins, les préjugés même des gens qui, par état, devroient être plus instruits, empêchent encore cet usage de devenir plus général et s'opposent à ses progrès. Il seroit difficile de se représenter à quel point l'ignorance sur ces objets est encore dans différentes parties de la France. Les fastes de la physique conserveront long temps la mémoire des magistrats de Saint-Omer, en Artois, qui, par une sentence ridicule, forcèrent un avocat de cette ville, d'abattre un *paratonnerre* qu'il avoit fait élever sur sa maison. Mais le conseil souverain d'Arras a lavé cette tache de la province, en cassant la sentence, et en faisant rétablir le *paratonnerre*. Cependant, nous sommes forcés de le dire, au peu de connoissances qu'on a de cette partie importante de la physique, dans d'autres provinces ; il seroit très-possible qu'un pareil scandale pour les sciences se renouvellât encore dans des villes, où tout néanmoins sembleroit annoncer qu'on devroit trouver plus d'instruction.

Mais comme on ne persuade les hommes que par les exemples, et que tous ont les mêmes préjugés sur les choses

nouvelles et qui sortent de la sphère de leurs idées ordinaires ; on ne peut guères espérer de voir adopter cet utile préservatif contre la foudre, que lorsqu'on en verra établi de toutes parts sur les édifices les plus importans. Et, en cela, tout dépend des ministres et des administrateurs, car les ordres qu'ils donneront pour en placer sur les bâtimens considérables de leurs départemens, feront penser au moins qu'ils ne les regardent pas comme inutiles. Il y a tout lieu de croire même que les observations que le temps fournira incontestablement sur leurs effets, convaincront enfin le peuple de leurs avantages.

On sait qu'à *Sienne* en *Toscane*, un *paratonnerre* placé sur une tour, dans un marché, avoit causé un mouvement dans le peuple, d'autant plus grand, que c'étoit l'invention d'un hérétique. Cependant, peu de temps après, ce *paratonnerre* ayant préservé la tour des ravages de la foudre qui éclata au-dessus, aux yeux d'une foule immense qui étoit rassemblée dans ce marché ; les idées du peuple changèrent tout-à coup, et il bénit cette invention qu'il avoit maudit l'instant d'auparavant.

Après ce petit précis sur l'histoire des *paratonnerres* ; il faut en venir à ce qui regarde leur construction.

De la construction des paratonnerres et de la manière de les établir sur les édifices.

Pour mieux faire entendre ce que j'ai à dire sur ce sujet, il est à propos de faire connoître auparavant, en peu de mots, ce qu'il est essentiel d'observer dans la construction des *paratonnerres*, pour qu'ils remplissent parfaitement leur objet.

On voit, d'après ce que j'ai dit, 1° que la pointe du *paratonnère* doit dépasser toutes les parties de l'édifice sur lequel il est établi, d'une hauteur suffisante, et cette hauteur doit être au moins de douze ou quinze pieds.

2° Que toutes les pièces, ou toutes les parties métalliques

dont il est formé, doivent être bien intimément unies et liées, les unes avec les autres, ensorte qu'elles fassent un tout bien continu. C'est un point auquel il est essentiel d'avoir beaucoup d'attention.

3° Enfin, que l'extrémité inférieure des barres de transmission, ou qui descendent du haut en bas de l'édifice, doit s'enfoncer de cinq ou six pieds dans le sol et jusqu'à la terre humide, ou aller se perdre dans l'eau, soit d'un puits, soit d'un étang, d'une rivière, etc., parce qu'il est fort important que le *paratonnerre* communique par en bas, exactement avec le réservoir commun de la matière électrique, qui se trouve toujours dans l'eau, ou dans la terre humide.

La pointe qui s'élève au-dessus du bâtiment, devant avoir une certaine hauteur, il faut qu'elle ait une force suffisante pour que, malgré sa longueur, elle puisse résister aux efforts du vent; on lui donnera, par en bas, deux pouces de gros, pour parler comme les ouvriers. Il ne faut pas lui donner une forme conique; mais la faire aller légèrement en pointe, en montant, jusqu'au tiers, et de ce point, ou à-peu-près, la faire aller, bien en diminuant, jusqu'au bout. Son extrémité pouvant se rouiller, et par-là, n'être plus aussi aigue et unie, il est nécessaire qu'elle soit dorée. Et pour qu'elle prenne la dorure plus facilement, on fait cette extrémité en cuivre, qui se visse sur le bout de la pointe de fer; mais de manière que l'écrou se trouve à la pointe de cuivre et le pas de vis à celle de fer. Cela se fait ainsi, pour que l'eau ne puisse pas s'introduire entre l'écrou et la vis, comme il arriveroit si on le pratiquoit en bas, à la pointe de fer.

Il est presqu'inutile d'ajouter que si on donne une plus grande longueur à la pointe du *paratonnerre*, comme lorsqu'on l'établit sur un bâtiment fort élevé, ou qu'on se propose de lui faire défendre un plus grand espace, comme je le dirai dans un moment; il faut lui donner un plus grand diamètre, par en bas, à moins qu'on ne la soutienne par des arcs-boutans, en forme de fourche. Quant à la grosseur des barres descendantes, ou de transmission, il suffira de

leur

leur donner huit, ou tout au plus dix lignes d'équarissage, car toutes les observations qu'on a pu recueillir jusques ici, sur les effets de la foudre, nous ayant appris qu'elle n'a jamais fondu une barre de fer de cette grosseur, il s'ensuit que ces dimensions seront plus que suffisante.

Tout ce que je viens de dire qu'il faut observer par rapport à la fabrication du *paratonnerre*, étant bien entendu, on l'établira sur l'édifice, en y procédant de la manière suivante: on en aura d'abord avec exactitude la longueur et la largeur, en voici la raison. Un *paratonnerre* ne peut pas étendre son action sur tous les objets indéfiniment, à quelque distance qu'ils en soient, comme on l'imaginera facilement, car l'étendue de cette action doit avoir des limites; ainsi tous les objets situés au-delà de ces limites, ne peuvent être défendus par ce *paratonnerre*, comme je l'ai déjà annoncé au commencement de ce mémoire. Il s'ensuit qu'il est essentiel de connoître la longueur et la largeur de l'édifice, pour que, si le cas l'exige, on mette au-dessus, deux, ou même trois pointes, afin qu'il y en ait un assez grand nombre, pour que toutes ses parties soient également préservées.

Il eut été bien à souhaiter qu'on eût pu déterminer, par des expériences de l'électricité artificielle, l'étendue de la sphère d'activité d'une pointe, mais c'est à quoi on n'a pu encore parvenir; on est forcé, là-dessus, de s'en tenir uniquement à ce que l'observation a pu nous en apprendre. Or, il paroit par les effets qu'on a observés en différentes occasions, dans des bâtimens où on avoit établi des *paratonnerres*, et où cependant la foudre est tombée; qu'une pointe qui ne s'élevoit pas de plus de 6 ou 7 pieds au-dessus d'un bâtiment, n'a défendu qu'un espace de 90 pieds de diamètre, c'est-à-dire, que le tonnerre est tombé à 45 ou 46 pieds de cette pointe; mais comme elle avoit peu de hauteur, l'analogie nous porte à croire que lorsqu'on donnera à ces pointes une hauteur plus considérable, ou qu'elles s'élèveront de 12 à 15 pieds au-dessus d'un édifice, elles défendront tout au

moins une étendue de 100 pieds de diamètre. Ainsi donc, lorsqu'on veut armer un bâtiment, il faut commencer par déterminer, si, par son étendue, il ne doit avoir qu'une seule pointe, ou s'il doit en avoir plusieurs.

Supposons, par exemple, qu'un magasin, ou un bâtiment ait 200 pieds de long et 40 pieds de large, il faudra établir sur ce bâtiment deux pointes, et les placer de manière que chacune d'elles se trouve à 50 pieds de l'extrémité du bâtiment, il résultera de là qu'elles seront à 100 pieds l'une de l'autre, et conséquemment que chacune de ces pointes n'aura à défendre qu'un espace de 100 pieds de diamètre, savoir : 50 d'un côté, jusqu'au bord du bâtiment, et 50 de l'autre, en dedans, jusqu'à son milieu (1). Cet exemple suffit pour donner une idée de la manière de distribuer les pointes sur un édifice, quand il exige, par sa grandeur, qu'on y en mette plusieurs : leur nombre étant déterminé, il faut les placer. Je supposerai, pour un moment, un édifice ayant 100 pieds de long, 40 pieds de large et 60 pieds de haut, et qui, par conséquent, ne demande qu'une pointe. On

(1) J'ai donné, dans le paragraphe précédent, la distance où l'on doit placer les pointes les unes des autres ; en fixant à 100 pieds de diamètre leur sphère d'activité ; cependant il y a une remarque importante à faire sur ce sujet: c'est que dans le très-petit nombre d'observations qu'on a pu faire sur les édifices qui ont été frappés de la foudre, dans quelques-unes de leurs parties, quoiqu'ils fussent armés de pointes, on a constamment observé qu'ils l'ont été à leurs extrémités, ou vers leurs angles, et jamais dans l'espace compris entre deux pointes. Or, il me paroît résulter de là une conséquence dont on doit faire usage dans l'établissement des paratonnerres ; c'est que dans la distribution des pointes sur un édifice, il faut les placer plutôt à 100 et quelques pieds les unes des autres, et par-là diminuer plutôt leur éloignement des extrémités de cet édifice, que de les placer à 50 pieds de ces extrémités, pour que leur distance, entre elles, ne soit que de 100 pieds. Ainsi, comme dans l'exemple que j'ai proposé, le bâtiment a 40 pieds de large et 200 pieds de long, et qu'il résulte de là que la pointe qui sera à 50 pieds de l'extrémité, seroit réellement à près de 54 pieds de l'angle de ce bâtiment. On éloignera les deux pointes de 108 pieds l'une de l'autre, au moyen de quoi l'espace qu'elles auront à défendre vers l'angle du bâtiment, ne sera que de 50 pieds, ou à-peu-près, tandis que celui qu'elles auront à garantir intérieurement ou entre elles, ne sera que de 54 pieds.

l'établira au milieu, et on lui donnera la grosseur que j'ai dite, et 12 ou 15 pieds de hauteur; on fera fabriquer à la partie inférieure de cette pointe, un empattement formé de deux ou quatre fortes bandes de fer, avec des trous, pour y faire passer des boulons qui traversant la solive du faîte, sur laquelle cette pointe doit être arrêtée, seront retenues et serrées de l'autre côté par de bons écrous propres à faire tenir le tout d'une manière ferme et solide, afin que les coups de vent ne puissent l'ébranler, et encore moins la renverser. Pour que cette pointe soit encore mieux affermie sur la solive du faîte, il faudra, en outre, ployer ces bandes de façon que deux d'entre elles embrassent exactement cette solive dans un sens, tandis que les deux autres seront couchées dessus, l'une d'un côté, l'autre de l'autre.

Cette pointe bien établie, on la fera communiquer avec les barres de transmission qui doivent descendre jusqu'en bas. Pour y parvenir, il faudra faire tenir à la racine de cette pointe, ou plutôt, six pouces au moins, au-dessus du toît, une espèce d'oreille fendue dans son épaisseur. On y ménagera, afin de la bien adapter à la pointe, un tenon avec une vis au bout, qui entrera dans une ouverture pratiquée dans cette pointe, et qui, passant au-delà, sera fortement serrée de l'autre côtè, par un écrou, c'est dans la fente de cette oreille que doit être reçue l'extrémité de la première barre de transmission, qu'on fera descendre sur le rampant du toît, en la soutenant de distance en distance, si cela est nécessaire, par des griffes de fer qui s'élèveront de trois ou quatre pouces au-dessus de la couverture. Si le toît n'est pas fort long, une seule barre suffira pour arriver à la descente verticale ou au mur. A cette barre on en joindra une autre, et ainsi de suite, jusqu'en bas, où la dernière s'enfoncéra en terre de 5 ou 6 pieds, plus ou moins; mais toujours jusqu'à la terre humide, et en s'éloignant du bâtiment; enfin, cette dernière barre se terminera en fourche, dont les extrémités seront pointues. S'il y a de l'eau dans le voisinage;

un puits, un bassin, un étang, on préfèrera toujours, comme je l'ai observé, d'y faire descendre cette barre; mais alors il faudra qu'elle soit renfermée dans du plomb, ou, plutôt, qu'elle communique bien exactement avec des tuyaux de ce métal. On peut aussi, par économie, substituer à ces derniers, des espèces de parallèlipipèdes, ou de tringles de plomb, d'une largeur et d'une épaisseur suffisantes.

J'ai insisté sur la nécessité, quand la chose est possible, de faire communiquer la dernière barre de transmission avec l'eau; mais quelquefois il y a loin du lieu où l'édifice est établi, à un étang, à une rivière, à la mer, etc., alors on peut se servir, pour une partie du chemin, de chaînes de fer assez grosses, qu'on aura soin de bien enterrer et de bien tendre en les plaçant, afin que tous leurs chaînons se touchent bien exactement.

Je dois ajouter sur ces barres de transmission, qu'il faut les tenir éloignées du mur, par des griffes de fer, placées de distance en distance; de la même manière que celles qui descendent le long du toît, sont tenues à quelque distance de la couverture, ainsi que nous l'avons dit; pour cet effet, ces griffes scellées dans le mur, en sortiront de 3 ou 4 pouces. on ne doit pas craindre que la matière fulminante quitte les barres de transmission pour se jeter, par ces griffes, sur le mur; car comme il est moins bon conducteur de cette matière, que le fer; elle ne le quittera jamais pour passer dans le mur; on doit en dire autant de la solive sur laquelle la pointe est attachée. Cette vérité, de fait, étant une suite de ce que j'ai répété plusieurs fois, sur la propriété qu'ont les métaux de transmettre la matière fulminante, sans qu'elle s'en écarte jamais. En effet, on pourroit même, à la rigueur se passer d'éloigner ces griffes du mur, ou plutôt les barres de transmission qu'elles soutiennent, par la raison que je viens de donner.

Afin de décrire les barres de transmission de suite, en allant du haut en bas de l'édifice, je n'ai point parlé de la

manière dont elles sont assemblées ou réunies ensemble : voici comme cette réunion se fait, et comme je l'ai toujours fait pratiquer, parce qu'elle est simple et facile à exécuter.

A l'un des bouts de la barre, il y a une fente rectangulaire, bien faite à la lime, et qui laisse autant de plein que de vuide. Elle a aux environs de deux pouces, deux pouces et demi de long. Dans cette fente, est reçue l'extrémité d'une autre barre, de celle, par exemple, qui est au-dessus. Cette extrémité forme une mèche exactement parallélipipède, et qui remplit bien la fente, ensorte que toutes leurs différentes parties se touchent exactement. Pour que ces deux barres, une fois réunies, ne puissent pas se séparer; il y a un trou percé à travers la mèche, et les deux parties de la barre qui forment la fente, ensorte que lorsque cette mèche y est placée, ces trois trous n'en font qu'un. On fait passer au travers un petit boulon à tête, qui porte une vis au bout, ou à la partie qui déborde la barre, de manière qu'au moyen d'un écrou qui se visse dessus, on serre fortement les deux barres ensemble, de manière que par cet ajustement, il y a un contact très-intime entre les extrémités de ces barres. Il est presque superflu de dire que chacune d'elles porte à un bout une mèche, et à l'autre une fente. C'est par un ajustement semblable que la première barre de transmission est réunie à l'oreille de la pointe. Et même afin que le contact soit encore plus parfait dans cette réunion, on met souvent dans la fente de l'oreille, de chaque côté de la mèche de cette barre, une lame de plomb fort mince, et au moyen du boulon et de l'écrou, on serre le tout fortement ensemble. Les ouvriers appellent, en général, cette espèce d'ajustement, *moufle*.

On voit, par cette description, que l'édifice que je me suis proposé d'armer, a un paratonnerre qui satisfait à toutes les conditions sur lesquelles j'ai insisté, comme nécesaires.

1°. La pointe s'élève d'une hauteur suffisante au-dessus du faîte, puisque c'est de 15 pieds, et que je n'ai supposé

ni cheminées, ni aucunes autres parties du bâtiment qui dominassent la couverture.

2°. Cette pointe communique bien exactement avec la première barre de transmission.

3°. Enfin, toutes ces barres communiquent de même, les unes avec les autres, jusqu'en bas, où la dernière va s'enfoncer dans l'eau, ou dans la terre humide.

Je ne sais si en décrivant ce paratonnerre et les différens ajustemens des parties qui le composent, je l'ai fait d'une manière intelligible; au moins ai-je fait tous mes efforts pour être aussi clair qu'il est possible de l'être, lorsqu'on ne peut joindre à ses explications des desseins propres à les rendre plus sensibles.

Voulant exposer ce que j'avois à dire sur la construction des paratonnerres, d'une manière suivie; je n'ai point parlé de plusieurs circonstances auxquelles il est cependant nécessaire de faire attention. Une des plus importantes, c'est de faire communiquer toutes les parties métalliques qui se trouvent au-dessus de la couverture, avec la barre de transmission de la pointe, comme le faîtage, s'il est en plomb; les chenaux, s'ils sont du même métal, ou d'un autre: il faut pareillement, lorsqu'il y a plusieurs pointes sur un édifice, les faire toutes communiquer ensemble, soit par des barres de transmission qui aillent de l'une à l'autre, soit par le faîtage, ou la couverture, s'ils sont en plomb; enfin, il est nécessaire, comme je l'ai déjà observé, de faire communiquer avec la pointe, ou la première barre de transmission, tous les fers de girouette, les tuyaux de poêles, etc., et tout ce qui est métallique et qui domine le comble. La raison de ces précautions est trop facile à saisir, pour être obligé de la rapporter.

J'aurois peut-être dû fixer la grosseur des petits boulons qui servent à joindre ensemble les barres de transmission; mais j'ai pensé que cela ne méritoit pas qu'on s'y arrêtât: on sentira, sans peine, qu'il faut leur donner une grosseur

suffisante, sans trop *affamer* les barres à travers lesquelles ils doivent passer.

Je me suis proposé, en décrivant cette construction des paratonnerres et la manière d'en assembler les différentes parties; d'indiquer les ajustemens les plus simples et les plus faciles à exécuter; enfin, ceux que j'ai employés jusques ici, dans les différens paratonnerres que j'ai fait faire. Mais ces ajustemens peuvent se varier de différentes façons. Ainsi, par exemple, on peut, comme on l'a déjà pratiqué, visser les barres de transmission, les unes sur les autres, et pour cela, comme il est facile de l'imaginer, on fait une vis à un bout de la barre et un écrou à l'autre. Cet ajustement peut se faire encore en applatissant les deux bouts de ces barres, et en faisant à chacun un trou au milieu, après quoi on les applique l'un sur l'autre, et on les serre fortement au moyen d'un boulon et d'un écrou, comme les barres de transmission assemblées, selon la méthode dont j'ai parlé, ou en *moufle*. Enfin, on pourroit employer encore des cordes de métal, en fil de fer ou en laiton, pour remplir l'objet des barres de transmission. Mais il seroit inutile de s'étendre davantage sur ce sujet, un artiste intelligent saura toujours bien trouver les moyens de faire un paratonnerre de manière qu'il satisfasse à ce qui est particulièrement nécessaire pour qu'il soit bien exécuté, savoir :

1°. Que la pointe en soit bien solidement arrêtée et affermie sur la solive, ou la poutre du faîte; ou sur l'endroit où elle doit être établie.

2°. Que la première barre de transmission, par son ajustement, communique et fasse bien corps avec la pointe.

3°. Enfin, que cette barre communique de même, avec celle qui la suit, et que toutes ensemble soient si bien liées entre elles, qu'elles ne fassent pour ainsi dire qu'une seule et même barre, prenant de la pointe et descendant jusqu'en bas de l'édifice. Et en observant d'ailleurs ce que j'ai prescrit par rapport aux conditions physiques, si cela se peut dire,

que doit avoir tout cet appareil, on aura un paratonnerre qui transmettra, exactement et sans aucun danger, la matière fulminante qui pourroit éclater au-dessus d'un bâtiment.

Avant de terminer ce mémoire, je crois devoir observer que je me suis servi, dans quelques endroits, du terme de *conducteur*, comme de celui de *paratonnerre*, pour signifier également cet appareil de pointe et de barres métalliques qui servent à garantir les édifices de la foudre, mais je ne l'ai fait que pour me conformer à l'usage, car c'est prendre le terme de *conducteur* dans une acception trop générale, et qui n'est pas exacte, ce mot ne devant désigner, dans la réalité, que la partie de l'appareil employée à transmettre la matière fulminante, de la pointe d'en haut, au terrein d'en bas. En effet, on peut et on doit regarder cet appareil comme essentiellement composé de deux parties; l'une qui sert d'abord à attirer, de préférence, à toutes les parties de la couverture d'un édifice, la matière fulminante des nuées orageuses qui éclatent au-dessus; l'autre qui sert à conduire cette matière du haut en bas. On voit ainsi que cette dernière doit être caractérisée nécessairement par le terme de *conducteur*, puisqu'elle en fait réellement les fonctions, et que c'est mal-à-propos qu'on a étendu ce nom à la réunion de ces deux parties, ou à l'appareil en entier; car cet appareil ne peut être désigné avec exactitude que par le terme général de *paratonnerre*, qui seul renferme dans sa signification l'action réunie des deux parties dont il est composé.

Ainsi en restreignant de cette manière la signification du mot *conducteur*, uniquement à la partie de l'appareil qui transmet la matière fulminante en bas, et en appelant du nom général de *paratonnerre* la totalité de cet appareil, on s'exprimera réellement avec exactitude, et on évitera l'équivoque qui résulte nécessairement de l'emploi vague de ces deux termes équivoques qui ne peut que jetter de l'obscurité dans le discours, quand on parle des *paratonnerres*, ou des parties qui les composent.

PREMIER

PREMIER MÉMOIRE SUR LA TRANSPIRATION DES ANIMAUX.

PAR A. SEGUIN ET LAVOISIER.

DANS le mémoire que nous avons lu à la séance publique de l'Académie, du 13 novembre dernier, nous avons fait voir que la machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux.

Lû à la rentrée publique de l'académie, le 14 avril 1790.

La respiration qui, en opérant dans le poumon, et peut-être aussi dans d'autres endroits du système, une combustion lente d'une partie de l'hydrogène et du carbone que contient le sang, produit un dégagement de calorique absolument nécessaire à l'entretien de la chaleur animale.

La transpiration qui, en occasionnant une perte de l'humeur transpirable, facilite le dégagement d'une certaine quantité de calorique nécessaire à la dissolution de cette humeur dans l'air environnant, et empêche conséquemment, par le refroidissement continuel que produit ce dégagement, que l'individu ne prenne un degré de température supérieur à celui qu'a fixé la nature.

La digestion qui, fournissant au sang de l'eau, de l'hydrogène et du carbone, rend habituellement à la machine ce qu'elle perd par la transpiration et par la respiration, et rejette ensuite au-dehors par les déjections les substances qui nous sont nuisibles ou superflues.

Les effets de ces différentes causes varient en raison d'une infinité de circonstances, même dans des limites assez étendues; et c'est ainsi que, par des moyens variables dont les effets se compensent, la nature parvient à cet état d'équilibre et de régularité qui constitue l'état de santé.

L'homme se trouve-t-il dans un climat froid? d'un côté, à raison de la plus grande densité de l'air, le contact dans le poumon devient plus considérable; plus d'air s'y décompose, plus de calorique s'y dégage et va réparer la perte qu'occasionne le refroidissement extérieur: en même-temps la transpiration diminue; il se fait moins d'évaporation, donc moins de refroidissement.

Le même individu passe-t-il dans une température beaucoup plus chaude? l'effet contraire arrive: l'air étant moins dense, son contact avec le sang est moins considérable; moins d'air se décompose, moins de calorique se dégage; une transpiration plus abondante s'établit, une plus grande quantité de calorique est enlevée, et c'est ainsi que se maintient ce dégré de chaleur à peu-près uniforme qui s'observe dans les animaux qui respirent.

Tant que la variation de ces effets ne sort pas des limites qu'a fixées la nature, tant que les moyens de compensation qu'elle employe sont suffisans, l'animal est dans l'état de santé. Mais si la respiration enlève par le poumon plus ou moins d'hydrogène et de carbone que la digestion n'en fournit; si la transpiration et le refroidissement qu'elle occasionne concurremment avec l'air environnant, n'enlèvent pas tout le calorique qui provient de la décomposition de l'air vital opérée dans le poumon ou dans tout autre endroit de notre systême; si par-tout, enfin, la recette n'est pas égale à la dépense: l'économie animale est bientôt troublée, et le sang change de qualité, soit par excès, soit par défaut d'hydrogène, de carbone, ou de tous les deux à la fois.

Nous avons fait voir comment, dans ces circonstances, la

nature accélère ou retarde le mouvement de la circulation; comment elle augmente ou diminue la quantité de sang qui passe en un temps donné dans les poumons; avec quelle énergie elle lutte contre les obstacles; et comment elle parvient souvent à les surmonter, quand elle n'est pas troublée dans sa marche.

C'est principalement sur les phénomènes de la respiration que nous avons fixé l'attention de l'Académie dans nos mémoires sur la respiration des animaux. Nous allons lui présenter aujourd'hui le commencement d'un travail très-étendu sur leur transpiration; et nous passerons successivement en revue, dans d'autres mémoires, tous les phénomènes des fonctions animales les plus importantes.

On donne, en général, le nom de transpiration à une émanation principalement aqueuse, qui s'exhale continuellement du corps des animaux, qui échape à la vue, et qui ne devient sensible que lorsqu'elle cesse d'être tenue en dissolution dans l'air.

Ce n'est pas seulement par les pores de la peau que cette émanation a lieu; il s'exhale aussi une quantité considérable d'humidité par le poumon à chaque expiration. Nous distinguerons donc ici la *transpiration cutanée*, celle qui se fait par la peau, d'avec la *transpiration pulmonaire*.

Sanctorius est le premier qui ait entrepris des expériences suivies sur la transpiration. Avant lui les effets de cette fonction étoient plutôt soupçonnés que connus.

Il se plaçoit dans une chaise adaptée à une balance qui porte son nom, et il déterminoit la quantité de sa transpiration par la perte de poids qu'il éprouvoit.

Mais cet homme justement célèbre, si recommandable par son zèle et par sa patience, auquel nous avons l'obligation de nous avoir ouvert la carrière, manquoit d'une foule de données réservées à d'autres siècles. On ne connoissoit point alors les phénomènes de la respiration, la formation

d'eau et d'acide carbonique qui l'accompagne ; on ignoroit qu'il existât deux sortes d'évaporation, l'une qui se fait par voie de dissolution dans l'air, l'autre qui a lieu par la simple combinaison du calorique avec le liquide qu'on veut vaporiser. On ne savoit pas même que les causes principales qui influencent la respiration sont la densité plus ou moins grande de l'air, sa température et son dégré de sécheresse ou d'humidité.

Sanctorius, privé de ces connoissances, a confondu tous les effets, et a regardé comme simple un résultat très-composé. Son appareil étoit d'ailleurs tellement défectueux, qu'il lui donnoit à peine l'exactitude des onces dans les pesées.

Ces réflexions sont applicables aux expériences faites par Dodard, dont l'historien de l'Académie, Fontenelle, nous a conservé les principaux résultats.

On ne peut se défendre d'un sentiment d'étonnement, lorsqu'on considère que c'est sur des expériences, on ose dire, aussi grossières, que d'habiles médecins ont principalement fondé, comme l'observe l'historien de l'Académie, leur théorie et leur pratique. C'est alors qu'on sent combien sont précieux ces établissemens publics qui rassemblent, à des époques déterminées, les savans attachés à tous les genres des sciences. C'est là que les esprits se perfectionnent par la discussion, par la contradiction même ; que les siences très-éloignées les unes des autres en apparence, s'éclairent réciproquement ; enfin, que se forme cette méthode devenue commune à toutes les sciences, *l'esprit d'analyse*.

C'est sur-tout depuis qu'une société naissante, déjà célèbre dès son premier âge, a porté dans ses travaux cet esprit d'analyse, que la médecine, long-temps stationnaire, a commencé à participer au mouvement rapide que ce siècle de philosophie a imprimé à toutes les sciences. C'est dans le sein et sous les yeux de la société de médecine que se sont

faites presque toutes les découvertes modernes relatives à l'économie animale ; elle les a toutes accueillies avec un grand empressement.

Dans le plan que nous nous étions tracé, nous avions trois effets à examiner : ceux de la transpiration cutanée ; ceux de la transpiration pulmonaire ; ceux de la respiration ; et la méthode analytique, la seule qui puisse servir de guide dans les expériences, exigeoit que nous trouvassions des moyens de séparer ces trois effets, et d'interroger, pour ainsi dire, l'une après l'autre, les trois causes qui les produisent.

Un habillement de taffetas enduit de gomme élastique qui ne laisse pénétrer ni l'air, ni l'umidité, nous a servi à séparer tous les phénomènes de la transpiration cutanée, de ceux de la transpiration. L'un de nous entroit dans cette espèce de vêtemernent qui se fermoit par dessus la tête au moyen d'une forte ligature ; un tuyau qui s'adaptoit à sa bouche et qui se mastiquoit sur la peau, de manière à ne laisser échapper aucune portion d'air, lui donnoit la liberté de respirer.

Tout ce qui appartenoit à la respiration se passoit par ce moyen en dehors de l'appareil ; tout ce qui appartenoit à la transpiration, se passoit en dedans.

En se pesant avant d'entrer dans l'appareil, et apres en être sorti, la différence donnoit la perte de poids due aux effets réunis de la respiration et de la transpiration.

En se pesant quelques instans après être entré dans l'appareil, et quelques instans avant d'en sortir, on avoit la perte de poids due seulement aux effets de la respiration.

De toutes les difficultés que nous avons rencontré dans ce travail, la plus considérable a été la séparation des effets de la respiration, de la transpiration pulmonaire et de la transpiration cutanée. Pour mieux saisir ce que nous avons à dire à cet égard, il est d'abord nécessaire de rap-

peller quelques circonstances peu connues qui ont lieu pendant la respiration.

Il faut savoir d'abord qu'il suinte continuellement dans les bronches une humeur qui se sépare du sang, qui se filtre à travers les membranes du poumon, et qui est principalement composée d'hydrogène et de carbone.

C'est cette humeur, qui, se trouvant très-divisée au moment où elle sort des extrémités déliées des vaisseaux exhalans du poumon, se brûle en partie, en décomposant l'air vital avec lequel elle étoit en contact, et forme, pendant cette combustion, de l'eau et du gaz acide carbonique. On ne peut pas s'étonner que cette combustion existe dans le poumon, lorsqu'on voit que le fumier, dont la nature se rapproche beaucoup de celle du sang, se brûle, ainsi que l'a démontré l'un de nous, à la température ordinaire de l'atmosphère, c'est-à-dire, à huit ou dix degrés; on doit même s'en étonner d'autant moins que cette combustion est favorisée par le degré de chaleur qu'elle excite, comme il arrive dans presque toutes les combustions qui, une fois commencées, se continuent d'elles-mêmes, et sans autre secours, tant qu'on y fournit de l'air et du combustible.

L'acide carbonique qui se forme ainsi dans l'acte de la respiration étant dans l'état fluide, on conçoit aisément comment il est poussé au-dehors par l'action du poumon dans le moment de l'expiration; mais il n'en est pas de même de l'eau qui se forme en même-temps. Elle s'accumuleroit bientôt dans les bronches, si la nature n'avoit des moyens pour l'évacuer; et voici un de ceux qu'elle employe. L'air entre froid dans le poumon, il en ressort avec une chaleur presqu'égale à celle du sang: or, l'air chaud dissout plus d'eau que l'air froid; et c'est en raison de cette augmentation de vertu dissolvante, qu'il emporte avec lui l'eau existante dans le poumon.

Cette eau, comme on le voit, est de deux espèces: 1°. celle

qui suinte avec l'hydrogène carboné, c'est l'eau de la transpiration pulmonaire proprement dite; 2°. celle qui se forme par la combinaison de l'oxigène de l'air avec l'hydrogène du sang, c'est l'eau de la respiration.

Il étoit important de connoître la quantité respective de ces deux portions d'eau, et nous y sommes parvenus. Les moyens que nous avons employés, quoique simples dans la spéculation, ont présenté d'extrêmes difficultés dans la pratique; ils se trouvent détaillés dans notre second mémoire sur la respiration.

L'appareil dont nous nous sommes servi à cet effet, étoit disposé de manière à ce qu'on pût mesurer avec une grande exactitude la quantité d'eau et d'acide carbonique exhalés, de même que la quantité d'air, avant et après l'expérience.

On comprend facilement que connoissant d'une part la quantité totale d'eau sortie du poumon, et de l'autre la quantité de gaz acide carbonique formée; il étoit facile de déterminer, par un calcul très-simple, la quantité d'eau formée et la quantité d'eau qui étoit due à la transpiration pulmonaire. Mais nous devons faire observer qu'on suppose, dans la solution de ce problême, que toute la quantité de gaz acide carbonique qui se dégage à chaque expiration, est formée dans le poumon, ou pendant la circulation.

Si le gaz acide carbonique qui se dégage pendant l'expiration étoit en partie un produit de la digestion, il faudroit attribuer à une autre cause la consommation de l'air vital qui s'opère dans l'acte de la respiration; il faudroit supposer qu'il se forme plus d'eau, soit dans le poumon, soit pendant la circulation, et alors la transpiration pulmonaire se trouveroit diminuée de toute la quantité d'eau qu'on seroit forcé d'attribuer à cette formation; ou il faudroit admettre qu'une partie de l'air vital étant absorbée dans le poumon, se fixe, pendant la circulation, avec quelques parties de notre systême.

Il résulte de ces réflexions, que le problème est indéterminé et susceptible de plusieurs solutions. Mais ce n'est pas le moment de discuter cette question très-épineuse, que de nouvelles expériences éclairciront, et nous nous en tiendrons provisoirement à la solution qui nous paroît la plus probable.

L'augmentation de vertu dissolvante que l'air acquiert en s'échauffant dans le poumon, suffit le plus souvent pour évacuer par voie de dissolution les deux portions d'eau que nous venons de distinguer, savoir, celle qui provient de la transpiration pulmonaire, et celle qui s'est formée par la combinaison de l'oxigène et de l'hydrogene. La nature employe encore ici des moyens remarquables de compensation. Si la quantité d'eau qui suinte à travers les membranes des bronches est trop abondante; si l'air de la respiration déjà chargé de l'eau qui s'est formée, n'est pas en état de la dissoudre, malgré les efforts d'une respiration plus accélérée, malgré l'augmentation de calorique qui en résulte et qui augmente la vertu dissolvante de l'air; l'excédent est reporté dans la circulation par les vaisseaux absorbans du poumon, ou expectorée sous une forme quelconque.

On conçoit combien toutes ces causes doivent influer sur les phénomènes de la transpiration; qu'elle doit s'accélérer ou se retarder par un besoin machinal, qu'il doit tantôt se former plus d'eau, tantôt plus de gaz acide carbonique; que la transpiration pulmonaire peut être, enfin, augmentée ou diminuée par une infinité de circonstances.

Bornons-nous pour l'instant à la moyenne de nos résultats principaux. La perte de poids qu'éprouve un individu qui ne se livre pas même à des travaux de corps très-pénibles, varie depuis onze grains par minute jusqu'à trente-deux, c'est à-dire, en vingt-quatre heures, depuis une livre 11 onces 4 gros, jusqu'à 5 livres. Dans cet effet total, sont confondus les effets de la transpiration cutanée, de la transpiration pulmonaire, et de la respiration.

En

En prenant à cet égard une moyenne, autant toutefois que cet objet en est susceptible, la perte de poids total est de 18 grains par minute, et en supposant qu'elle se continuât uniformément sur ce pied, elle seroit d'une once 7 gros par heure, et de 2 livres 13 onces en vingt-quatre heures.

De ces 2 livres 13 onces, il en appartient à la transpiration cutanée . . . . 1 livre 14 onces «
et aux effets de la respiration . . . . « 15 «

Total . . . 2 13 «

En décomposant les effets de la respiration, toujours dans la supposition moyenne ci-dessus, on trouve, 1°. qu'un homme consomme en vingt-quatre heures 38,413 pouces cubes d'air vital, c'est-à-dire, un peu plus de 22 pieds cubes ou 33 onces 1 gros 10 grains.

2°. Que de cette quantité, il en est employé, à former de l'eau, un peu plus de . . . . 13 pieds cubes.
et à former l'acide carbonique un peu moins de . 9

Total 22

3°. Que le volume de gaz acide carbonique qui se dégage de ses poumons pendant vingt-quatre heures, est de 14,930 pouces cubes, c'est-à-dire, d'environ 8 pieds 6 pouces cubes.

Lesquels sont composés de carbone. « liv. 5 onc. 7 gros » grains.
Oxigène . . . . « 12 » 4

Total . . . 1 1 7 4

4°. Que le poids de l'eau qui se forme dans ses poumons pendant vingt-quatre heures, est de 1 livre 7 onc. 5 gros 20 grains.

Lesquels sont composés de,

	livre	onc.	gros	grains.
Hydrogène	«	3	3	10
Oxigène	1	4	2	10
Total . . .	1	7	5	20

5°. Que la quantité d'eau qui se dégage toute formée par la transpiration pulmonaire est de. « livre 5 onces 5 gros 62 grains en vingt-quatre heures.

6°. Qu'enfin, réunissant ensemble l'eau qui se dégage en vingt-quatre heures par la transpiration cutanée qui est

	liv.	onces	gros	grains.
de	1	14	«	«
Celle qui se dégage par la transpiration pulmonaire, qui est de . . .	«	5	5	62
La quantité de carbone qui se consomme dans le même-temps, qui est de	«	5	7	«
Et la quantité d'hydrogène qui est de	«	3	3	10
On a pour la perte de poids totale qu'éprouve un homme en vingt-quatre heures	2	13	«	«

Nous le répétons encore ici, pour éviter toute équivoque, ces résultats ne sont exacts que dans une supposition qui nous paroît probable. C'est une des solutions d'un problême indéterminé que nous résoudrons d'une manière plus rigoureuse, par voie d'élimination et par de nouvelles expériences. Celles que nous avons commencées sur la digestion, lèveront probablement toute incertitude à cet égard.

Une circonstauce très - remarquable, qui prouve avec

quelle attention la nature s'attache à établir les compensations que nous avons fait remarquer tant de fois, c'est que, sans s'attacher à ne prendre chaque jour que la même quantité de nourriture, sans s'astreindre à un genre de vie déterminé, pourvu que les repas soient pris à des heures à peu-près réglées et qu'on évite les excès, le même individu, après avoir augmenté de poids de toute la nourriture qu'il a prise, revient tous les jours, après la révolution à peu-près de vingt-quatre heures, au même poids qu'il avoit la veille. Si cet effet n'a pas lieu, l'animal est dans un état de souffrance et de maladie.

On ne peut se lasser d'admirer le systême de liberté générale que la nature semble avoir voulu établir dans tout ce qui a rapport aux êtres vivans. En leur donnant la vie, le mouvement spontané, une force active, des besoins, des passions, elle ne leur a point interdit d'en faire usage. Elle a voulu qu'ils fussent libres même d'en abuser; mais prudente et sage, elle a mis par-tout des régulateurs, elle a fait marcher la satiété à la suite de la jouissance. L'animal, excité par la qualité ou par la variété des mêts, a-t-il franchi la limite qui lui avoit été marquée, arrive l'indigestion qui est à-la-fois le préservatif et le remède : la purgation qu'elle opère, le dégoût qui succède rétablissent bientôt l'animal dans son état naturel.

L'ordre moral, a, comme l'ordre physique, ses régulateurs ; et s'il en étoit autrement, il y a long-temps que les sociétés humaines n'existeroient plus, ou plutôt elles n'auroient jamais existé.

Nous n'avons examiné jusqu'ici que ce qui se passe dans l'état de santé, c'est-à-dire, dans l'état où toutes les compensations établies par la nature se font avec facilité et sans efforts. Elle est plus grande et plus étonnante encore lorsqu'elle est obligée de lutter contre des obstacles ; et c'est là que nous nous proposons de la suivre. Nous avons déjà acquis plus que des conjectures sur la cause d'un grand

nombre de maladies ; sur les moyens de seconder les efforts que fait la nature pour les guérir. Mais avant de hasarder une théorie, nous nous proposons de multiplier les observations, de porter nos recherches sur les phénomènes de la digestion et sur l'analyse du sang dans l'état de santé et de maladie. Nous mettrons à contribution les fastes de la médecine, les lumières et l'expérience des savans médecins qui nous environnent ; et ce n'est que lorsque nous pourrons paroître armés de toutes pièces, que nous oserons attaquer le colosse antique et révéré des préjugés et des erreurs.

OBSERVATIONS

Sur les défauts du fourneau de coupelle des Essayeurs des Monnoies

PAR B. G. SAGE.

La coupellation est l'opération quotidienne de l'essayeur : il peut y procéder en plaçant immédiatement la coupelle entre les charbons, mais dans ce cas il y a presque toujours du fin de rejetté, c'est pourquoi on a recours à un fourneau de Réverbère, au milieu duquel est une moufle où l'on place les coupelles.

Ce fourneau est loin d'avoir été perfectionné depuis cent ans que Schindlers l'a décrit tel qu'il est gravé dans la docimasie de Cramer, où cet auteur dit spécialement que les moufles doivent avoir des ouvertures pour faciliter *le jeu de l'air et du feu* : cependant les essayeurs n'emploient que des moufles, auxquelles il n'y a point d'ouvertures bien sensibles ; de sorte qu'ils sont obligés, pendant la coupellation, de laisser la porte de la moufle ouverte, afin de faciliter l'exhalation du plomb réduit en vapeurs, qui, se répandant dans l'atmosphère, affectent d'une manière lente et terrible, sur-tout lorsqu'on suit ce travail tous les jours, que le laboratoire est petit et pas aëré convenablement.

Lors de la coupellation du plomb, il y en a au moins un dixième de réduit en vapeurs ; quoique ce métal soit très-pesant, la fumée ou vapeur en laquelle il se résout par le secours du feu, est très-expansible et s'étend au loin d'une manière visible.

Si l'on a placé sous la moufle dix coupelles, et si l'on a mis dans chacune d'elles cent grains de plomb, il y a dans l'atmosphère, après cette opération, cent grains de plomb de réduit en vapeurs : si le fourneau est allumé quatre fois dans la journée, l'essayeur se trouve dans une atmosphère continuelle de plomb et de gaz nitreux.

Le défaut d'ouverture dans la moufle, contraint l'essayeur de laisser la portière de cette moufle ouverte pour l'exhalation du plomb, et l'oblige de charger le dôme de la moufle de beaucoup de feu, pour forcer le plomb réduit en vapeurs à s'exhaler : l'air refroidit alors la coupelle en bain, et l'essayeur met du charbon allumé au devant de la moufle pour soutenir le plomb en bain.

Lorsque le fourneau de réverbère employé à la coupellation, est pyrotechniquement construit, il n'est pas sujet à tous ces inconvéniens, et la coupellation ne s'y parfait que lorsque la portière de la moufle est fermée.

Le fourneau de coupelle des essayeurs est celui de Schindlers, c'est-à-dire un prisme quarré, terminé par une pyramide tétraëdre tronquée : on n'a pratiqué à ce fourneau que deux portes, une pour le conduire, l'autre pour la moufle ; c'est par la cheminée qu'on charge le fourneau ; l'intérieur étant enduit de terre à creusets, on ne le charge qu'avec beaucoup de précaution, afin d'empêcher la moufle de se briser.

Ce fourneau de coupelle des essayeurs est défectueux, en ce que n'ayant pas de foyer, il ne produit pas assez de feu, aussi reste-t-il souvent du plomb dans les boutons de quartations, ce qui les rend aigres : ce même fourneau ne produisant pas assez de feu pour tenir l'or en fusion, il arrive, qu'après la coupellation, ce métal pèse plus qu'avant, parce qu'il a retenu du plomb qui se seroit exhalé si la coupelle eut éprouvée assez de chaleur vers la fin de l'opération.

On peut obvier à ces inconvéniens en faisant usage

du fourneau de coupelle construit dans les proportions suivantes.

Ce fourneau de terre à creusets doit avoir la forme d'un prisme quarré, d'un pied de diamètre et dix-huit pouces de hauteur : ses parois doivent avoir deux pouces d'épaisseur, de sorte que le diamètre intérieur de ce fourneau est de huit pouces : la pyramide tétraëdre qui fait le dôme a neuf pouces de hauteur ; le sommet de cette pyramide creuse est tronqué, et laisse une ouverture de trois pouces et un rebord pour passer le tuyau ou cheminée, qui doit avoir dix-huit ou vingt pouces de hauteur ; cette cheminée n'aspire bien, que quand le diamètre de son canal a quatre pouces ; s'il est moins large, il n'a pas la propriété d'exciter autant le feu : sur un des plans de la pyramide, est une ouverture demi-circulaire de six pouces et demi de large, sur quatre pouces de hauteur ; cette porte se nomme gueulard, et sert à introduire le charbon dans le fourneau.

Le corps du fourneau de coupelle est un prisme tétraëdre, divisé en trois parties ou sections horizontales.

La supérieure où est la moufle se nomme laboratoire ; la moufle y est portée par quatre pitons, elle doit avoir quatre pouces de large, sur trois pouces et demie de hauteur et deux portières, dont l'une à main et l'autre à lunette : la longueur de cette moufle doit être de sept pouces ; chacun de ses côtés a six ouvertures verticales de huit lignes de hauteur, sur deux lignes de largeur ; il faut aussi pratiquer trois de ces ouvertures à la partie opposée à la portière de la moufle.

Le foyer de ce fourneau de coupelle a six pouces de haut, et sa portière cinq pouces et demi de largeur, sur quatre de hauteur.

La porte du cendrier a quatre pouces de hauteur, sur huit de largeur ; le fond de ce cendrier s'enlève lorsqu'on

veut, il répond à une colonne creuse de deux pieds de hauteur, qui sert de socle au fourneau ; cette colonne est élevée de terre par quatre briques qui laissent des courans à l'air, de sorte qu'en fermant la portière du cendrier et ôtant son fond, l'aspiration du fourneau devient très-forte.

On lit dans les Mémoires de l'Académie, pour 1761, » que M. Tillet ne regardoit pas les fourneaux de coupelles suffisans dans certaines circonstances, parce qu'ils » n'ont qu'un seul cendrier : cet Académicien dit que, » lorsqu'il veut augmenter le feu, il place le fourneau » sur un second cendrier de sept à huit pouces : M. Tillet » a soin dans ce cas de mettre une grille sur le second » cendrier, de sorte que le premier devient foyer «.

Le diamètre intérieur du fourneau de coupelle dont je me sers étant de huit pouces, la moufle en ayant quatre, deux de ses côtés sont chauffés par deux pouces de charbon, il suffit d'en mettre à-peu-près autant sur sa voute ; mais ce qui est important, c'est de pouvoir charger ou dégarnir le foyer à volonté : on voit qu'on peut le charger de six pouces de charbon, ce qui équivaut à la quantité qui se trouve dessus la moufle et sur ses côtés.

Il ne faut point charger le fourneau de trop petits charbons, si l'on veut avoir beaucoup de chaleur, parce qu'il faut qu'il puisse s'y introduire une grande quantité d'air, ce qui n'a pas lieu dans le fourneau des essayeurs de monnoie, aussi leur faut-il beaucoup de temps et de charbon pour coupeller imparfaitement.

APPLICATION

APPLICATION DU CERCLE

A l'observation des hauteurs méridiennes des Astres.

PAR JEAN - DOMINIQUE CASSINI.

DANS les arts et dans les sciences, plus on approche de la perfection, plus les difficultés, pour atteindre à ce but, semblent naître et s'accroître; l'on seroit quelquefois tenté de penser qu'il est un terme que le génie et la main de l'homme s'efforceroient en vain de passer, si des succès inespérés ne venoient de temps-en-temps ranimer notre confiance, et nous prouver que rien n'est impossible à l'étude et à la persévérance.

Depuis les travaux et les succès de Herschel, dans la construction des télescopes, quelles limites l'optique ne peut-elle pas se flatter de franchir? Jusqu'à quelle profondeur des cieux ne pourra-t-elle pas pénétrer? Que par la suite on parvienne à construire des télescopes aussi supérieurs à ceux de Herschel, que les siens le sont à ceux que nous possédions avant lui, dès-lors on verra peut-être ces nouveaux instrumens produire tel effet que naguères l'on traitoit de romanesques. Nous citons d'abord cet exemple, comme le plus frappant, sans doute, de l'histoire des progrès de l'astronomie physique dans notre siècle; et nous n'hésitons pas de placer à la suite, celui de la perfection de la mesure des angles, nouvellement obtenue par les cercles construits

et employés d'après les principes de Borda, et dont nous allons nous occuper dans ce mémoire. En effet, après tous les efforts de nos plus grands artistes, des Langlois, des Bird, des Ramsden, qui ont exécuté les quarts de cercles les plus grands et les plus exacts, on n'osoit se flatter d'obtenir la mesure des hauteurs des astres que jusqu'à un certain degré de précision circonscrit, tant par les erreurs de la division, inévitables à cause des difficultés mécaniques d'exécution, que par les autres erreurs produites par la déformation du plan et de la figure des instrumens sujets à une dilatation variable, à un travail et à une flexion dans les différentes parties qui les composent, proportionnels à leur grandeur et à leur masse, inconvéniens auxquels sont les plus sujets les instrumens d'un très-grand rayon, qui cependant devoient paroître et paroissoient jusqu'à-présent les plus propres à procurer l'exactitude dans la mesure des angles; aussi, Ramsden, dont sur ce point l'autorité doit être du plus grand poids, pense-t-il que pour atteindre plus sûrement à la perfection dans la construction des instrumens d'astronomie, il faut renoncer à de très-grands rayons, et racheter, par la perfection de l'exécution et de la division, l'avantage de la grandeur des arcs. Cet habile artiste m'a assuré donner la préférence à des instrumens de 3 et de 5 pieds de rayon sur ceux de 7, de 8 et au-delà. Quoi qu'il en soit, ni Ramsden, ni autre personne ne s'étoit flatté de pouvoir déterminer la mesure d'un angle quelconque à la précision d'une seconde; il y a plus, on ne le croyoit pas possible; et quand bien même, un instrument eût donné cette perfection, on l'eut regardé comme la production unique d'un hasard heureux, que la même main n'auroit pas exécuté deux fois. On se seroit encore moins douté que cette précision d'une seconde s'obtiendroit avec un instrument d'un très petit rayon; disons plus, avec un instrument fort simple, et qui n'a aucune pièce nouvelle dans sa construction; ajoutons encore, avec

un instrument médiocrèment exécuté, c'est-à-dire, dont l'exécution n'exige pas la main d'un artiste supérieur; et c'est ici le caractère particulier et remarquable de cette ingénieuse invention, dont la précision est pour ainsi dire indépendante de tout ce qui pourroit y nuire. En effet, il ne tient qu'à la volonté bien déterminée et à la patience de l'observateur d'anéantir toutes les erreurs, soit de la division, soit de la construction, soit de l'observation même en multipliant ses mesures suffisamment et au point d'obtenir la précision de la seconde, de la demi-seconde, et moins encore s'il le veut : c'est ce que nous n'aurions osé avancer et assurer, si l'expérience ne nous mettoit en état d'en convaincre par ce que nous allons rapporter.

L'épreuve que j'avois faite avec Méchain et Legendre, en 1787, d'un cercle entier de 6 pouces de rayon, construit par le Noir, d'après les principes de Borda, dans nos opérations geodésiques sur les côtes de France et d'Angleterre, conjointement avec le général Roy, et dont nous rendîmes compte à l'Académie, m'avoient fait juger de la précision extrême que l'on pouvoit obtenir de cet instrument dans la mesure des angles sur terre, et de l'application avantageuse que l'on en pouvoit faire à la mesure des hauteurs dans le ciel. J'avois commandé à le Noir un pareil instrument de 3 pieds de diamètre; mais celui-ci n'ayant pu être encore achevé, cet artiste, pour me dédommager de l'attente, m'en a exécuté, avec un soin particulier, un autre de 15 pouces, à l'exécution duquel Borda a bien voulu présider, et qui, heureusement, s'est trouvé fini au commencement de juin.

Nous nous sommes alors réunis, Borda, Méchain et moi, pour observer le solstice avec ce nouveau petit cercle, en même-temps qu'on l'observoit au grand quart de cercle mobile de 6 pieds de l'observatoire.

Je laisse à mes collègues à faire connoître les détails in-

téressans de l'observation de ces hauteurs solsticiales ; on y verra l'accord surprenant entre les résultats obtenus avec un instrument d'un si petit rayon ; je passe aux observations particulières que je fis en même-temps d'Arcturus avec un autre petit cercle entier de 6 pouces seulement de rayon, le même dont nous avons parlé ci-dessus, et qui nous servit dans nos opérations géodésiques.

Dans l'intervalle du 15 au 26 juin, j'ai eu sept jours d'observation de la hauteur méridienne d'Arcturus qui m'ont donné les résultats suivans :

		DISTANCES au zénith.	HAUTEURS apparentes.
	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
Le 15 juin, à la 8e observation.	228 33 7,5	28 32 38,9	61 27 21,1
16 . . . 14e.	399 52 22,5	40,9	19,1
20 . . . 20e. . . .	571 12 7,5	40,7	19,3
21 . . . 26e. . . .	742 31 30,0	44,1	15,9
22 . . . 32e. . . .	913 50 0,	43,8	16,2
25 . . . 38e. . . .	1085 11 40,0	42,5	17,5
26 . . . 44e. . . .	1256 31 15,0	42,3	17,7

L'on voit donc que la quarante-quatrième mesure a donné 44 fois la distance de l'étoile au zenith 1256° 31′ 15″, qui, après les corrections nécessaires relativement à la distance où les observations ont été faites du méridien, donne définitivement la plus petite distance au zenith de 28° 32′ 42″,3; ou la hauteur méridienne apparente de 61° 27′ 17″,7 ; la trente-huitième mesure avoit déjà donné le même résultat à 2 dixièmes près. Or, supposons un moment que le point de la division sur lequel est tombé ma quarante-quatrième mesure, fût en erreur de 25″, c'est-à-dire, d'une partie

presque entière du nonius (ce qui est impossible) ; supposons aussi que dans l'estime, j'aye commis une autre erreur de 10″ ; supposons encore que dans mon observation j'aye eu la mal-adresse de commettre une erreur pareille de 10″ ; supposons enfin que toutes ces erreurs se trouvent précisément dans le même sens, l'on voit bien que malgré toutes ces erreurs accumulées, je dois encore obtenir la hauteur cherchée à la précision de la seconde, puisque la subdivision de 1256° par 44, anéantira la somme des erreurs supposées. Je viens de dire que l'erreur dans la division d'un cercle entier de 6 pouces de rayon, ne pouvoit s'élever à 25″. Mais un habile artiste, tel que le Noir, réduira facilement cette erreur possible, à 10″ au plus. J'ai supposé, dans l'estime, une erreur de 10″. Or, il est de fait, ainsi que je l'ai éprouvé avec Mechain et Legendre, anciennement, et récemment avec Borda et Mechain, qu'à chaque observation où chacun de nous estimoit en son particulier la hauteur marquée par le nonius, la plus grande différence entre toutes nos estimes, a rarement été du quart d'une partie de ce nonius, valant 30″, c'est-à-dire, que la plus grande incertitude dans l'estime ne s'est jamais élevée au-delà de 7″, et le plus communément nous nous accordions à trois et quatre secondes. Quant aux erreurs de l'observateur, il faut avouer qu'il peut s'en réunir plusieurs, tant de la part de celui qui observe, que de la part de celui qui place et conduit le niveau ; mais si, dans le cours de nombreuses observations, il est difficile aux astronomes les plus exercés de ne pas commettre quelque petite négligence, la pratique, l'expérience et les loix de la probabilité nous montrent que jamais ces erreurs ne se trouvent toutes dans le même sens, et qu'ordinairement, lorsque les observations sont répétés, elles se compensent au point de s'anéantir presque entièrement.

La seule chose que l'on puisse reprocher à l'usage du

cercle entier dans les observations astronomiques, est la longueur des observations, les attentions, la patience et le temps qu'elles exigent de la part de l'observateur : mais voici ce que je dois observer à ce sujet.

Premièrement, quoique pour chaque mesure il faille retourner deux fois l'instrument, avec un peu d'habitude on parvient à faire assez promptement cette double opération, que nous avons achevée souvent en moins de deux minutes pour le soleil, et en moins d'une minute et demie pour une étoile ; de sorte que chaque jour, dans l'espace de dix à douze minutes aux environs du passage de l'astre au méridien, nous prenions six mesures de distance au zenith ; huit jours d'observations suffisent donc pour se procurer 48 mesures, et c'est plus qu'il n'en faut pour obtenir la détermination d'une hauteur, à moins d'une seconde d'erreur. Je n'y vois que l'inconvénient, une fois que l'on a entrepris cette opération, de ne pouvoir toucher à son instrument, ni l'employer à autre chose jusqu'à ce qu'on aie completté le nombre suffisant des mesures ; mais aussi, balançons ce petit inconvénient avec les grands avantages que ces nouveaux instrumens vont nous procurer ; ce n'est point, sans doute, aux opérations habituelles et journalières de l'astronomie qu'il faut les employer, mais à la fixation de plusieurs points principaux dans le ciel, et de certains élémens dont la détermination exacte est de la plus grande importance, telle que la hauteur du pole, l'obliquité de l'écliptique, les plus petits mouvemens et variations de certains astres, la différence des réfractions......... Quoi de plus précieux encore que de pouvoir désormais, par le moyen d'un simple cercle entier d'un médiocre rayon, vérifier tous les autres instrûmens : ce sera sans doute une chose fort singulière et très-remarquable, de voir dans les observatoires les plus grands quarts de cercles de six et de huit pieds, réglés et rectifiés par des cercles de quinze à dix-huit pouces de diamètre.

C'est cette vérification intéressante, ainsi que la détermination des divers élémens dont j'ai parlé ci-dessus, que j'ai déjà commencée, et que je pourrai d'autant plus promptement exécuter, que je vais avoir bientôt trois cercles entiers à y employer à-la-fois; l'un de douze pouces de diamètre, l'autre de quinze pouces, et l'autre de trois pieds. Je possède déjà les deux premières, le dernier va m'être incessamment livré, et voici les résultats intéressans que je suis en ce moment en état d'annoncer.

La déclinaison moyenne, ou vraie d'Arcturus à l'époque du 20 juin de la présente année 1790, vient d'être déterminée par le petit cercle entier d'un pied de diamètre, de. . . . . 20° 16′ 54″,8

Et par mon grand quart de cercle de six pieds de rayon, de. . . . . 20 16 47 ,7

La différence que je crois devoir franchement apppeller l'erreur de mon instrument, est donc de . . . . 7″,1 additive.

L'obliquité de l'écliptique, à la même époque du 20 juin 1790, vient d'être déterminée par l'autre cercle entier de quinze pouces de diamètre, de . . . . . 23° 27′ 53″ apparènte.

Et de. . . . . 23 28 0 moy. ou vraie.

C'est 5″,6 de plus que je ne l'avois annoncé dans la table que j'ai publiée dans mon extrait de 1786 (Mém. Acad. 785, p. 367); mais ici s'offre une remarque bien intéressante. La hauteur d'Arcturus et celle du solstice sont à peu près la même; je m'attendois en conséquence à trouver aussi la même erreur dans mon instrument dans les deux déterminations; mais elle se trouve de 4″ plus forte [illegible]

observations du soleil, que par celles de l'étoile. Cela viendroit-il de la difficulté de la détermination de la hauteur plus grande pour le soleil que pour l'étoile? Je ne le crois pas; je soupçonnerois plutôt que cela provient de l'effet subit et instantanné que produisent sur mon grand instrument, les rayons très-actifs du soleil dans le solstice : effet qui n'a point lieu dans l'observation de l'étoile. C'est, au reste, ce qu'il me sera facile de démêler par la suite, et c'est ainsi que l'extrême précision de ces nouveaux petits cercles nous procurera, dans leur application aux observations astronomiques, la solution d'une infinité de doutes, et nombre de déterminations délicates qui concourront aux progrès de l'astronomie, et mériteront un juste tribut de reconnoissance et d'éloge au savant distingué qui a perfectionné la construction, et introduit l'usage de ces nouveaux instrumens.



ANALYSE
D'UNE PIERRE CALAMINAIRE,
OU
MINE DE ZINC TERREUSE
EN MASSES TRANSPARENTES,
D'UN BLANC VERDATRE,
DE GAZIMOUR EN DAOURIE.

PAR B. G. SAGE.

LE zinc ne s'est trouvé jusqu'à-présent, dans le sein de la terre, que dans trois états.

Sous forme de blende ;

A l'état de vitriol ;

Sous forme de chaux.

Le zinc, combiné naturellement avec le quart de son poids de soufre, forme la blende qui est au zinc, ce que la pyrite martiale est au fer. Les blendes doivent à ce métal leurs diverses couleurs.

Le vitriol de zinc naturel résulte de la décomposition spontannée de la blende.

La chaux de zinc, connue sous les noms de calamine

ou pierre calaminaire, est produite par la décomposition du vitriol de zinc.

La blende ou mine de zinc sulfureuse, se rencontre dans le sein de la terre, presqu'en aussi grande quantité que la pyrite martiale avec laquelle elle se trouve souvent mêlée : De la décomposition spontannée de ces deux substances, résulte un vitriol mixte qui se décompose à son tour, soit en déposant les chaux métalliques qu'il contient, soit par l'intermède des substances calcaires ; dans ce dernier cas, les pierres calaminaires qui en résultent sont plus ou moins martiales, et affectent les formes des corps calcaires qui ont concouru à la décomposition du vitriol de zinc martial : aussi trouve t-on de la calamine dont les crystaux sont semblables à ceux du spath calcaire ; d'autres pierres calaminaires offrent des madrépores, des coquilles, etc.

Lorsque la calamine s'est formée par l'espèce de cémentation que je viens de décrire, elle est presque toujours colorée et opaque ; tandis que, lorsque la pierre calaminaire s'est formée par la décomposition spontannée du vitriol de zinc pur, ses crystaux sont blancs, transparens, et ne contiennent point de fer.

J'ai reçu dernièrement du Hartz, un morceau de pierre calaminaire formé par la réunion de plusieurs crystaux blancs transparens, en prismes hexaèdres applatis, tronqués net à leurs extrémités.

Ces crystaux de calamine ont 8 lignes de longueur sur 4 de diamètre ; ils diffèrent, par la forme, de ceux nommés par les Allemands *zinc spath ;* ceux-ci offrent des lames carrées dont les bords sont en biseaux.

On trouve plus souvent la pierre calaminaire pure sous forme de stalagmites blanches mamelonnées, et quelquefois en masses cellulaires : on la rencontre aussi à l'état de guhr, ou masses porreuses très-légères du plus beau blanc.

Lorsque la chaux de zinc est intimement combinée avec

le quartz, elle a l'apparence de la zéolite blanche, comme ses crystaux sont striés, divergens, et forment des gelées avec les acides. On a trouvé à Fribourg en Brisgaw, de la pierre calaminaire qui offre ces caractères; ainsi que dans la zéolite, le quartz s'y trouve dans la proportion de 50 livres par quintal. Cette calamine de Fribourg contient en outre, comme l'a fait connoître M. Pelletier, 36 livres de chaux de zinc, et 12 livres d'eau par quintal : la zéolite contient le double d'eau.

Quoique les minéralogistes n'ayent pas fait mention des calamines ou mines de zinc terreuse de France, cependant elles s'y trouvent en grande quantité ; il y a lieu de présumer qu'on ne les a pas connues, ou qu'on a négligé de les chercher.

Les mines de cuivre et de plomb de St-Sauveur, dans les Cévennes, diocèse d'Alais, offrent des pierres calaminaires en stalagmites blanches, vertes et brunâtres.

M. d'Harcourt m'a remis, il y a deux ans, un morceau de pierre calaminaire étiquetté *minéral inconnu.* Cette mine de zinc terreuse en masses plus ou moins cellulaires d'un blanc verdâtre, recouvre et accompagne un filon de galène exploitée à Pierreville, dans la presqu'île de Cotentin. L'analyse de cette pierre calaminaire m'a fait connoître qu'elle étoit aussi pure et aussi bonne que celles du comté de Sommerset et du duché de Limbourg, qu'on vend dans le commerce; aussi ai-je conseillé de mettre à part cette mine de zinc terreuse qui est abondante dans la mine de plomb de Pierreville.

La pierre calaminaire de Sybérie, qui est l'objet de ce mémoire, se trouve en masses irrégulières transparentes d'un blanc verdâtre ; cette chaux de zinc solide a l'apparence et la cassure du verre. Cette calamine ayant été distillée dans une cornue à laquelle j'ai adapté l'appareil hydrargyro-pneumatique, a produit de l'eau et de l'acide méphytique ; la chaux de zinc qui restoit dans la cornue,

étoit d'un gris rougeâtre et opaque ; elle pesoit près de moitié de moins de la calamine qui avoit été soumise à la distillation.

Cette pierre calaminaire de Sybérie est soluble en entier dans les acides vitrioliques, nitreux et marin ; ce dernier la dissout à froid avec effervescence, sa dissolution est d'un jaune foncé.

L'acide nitreux et l'acide vitriolique dissolvent à l'aide de la chaleur, la pierre calaminaire de Sybérie. Quoique ces dissolutions soient sans couleur, on peut cependant en séparer le fer qu'elles contiennent, et le précipiter en bleu de Prusse.

On peut encore séparer le fer de la pierre calaminaire de Sybérie, en la distillant avec six parties de sel ammoniac ; ce qui reste dans la cornue est du zinc combiné avec l'acide marin ; ce sel est déliquescent et caustique.

Pour s'assurer si une pierre contient de la chaux de zinc, il faut la pulvériser et la mêler avec une égale quantité de poudre de charbon, et l'exposer ensuite à un feu violent dans un creuset ; le zinc se réduit et brûle en produisant une flamme bleue et verte accompagnée de chaux de zinc, qui s'exhale en flocons lanugineux blancs. Si cette opération se fait dans une cornue, on obtient le zinc sous forme métallique. Le célèbre Margraff a indiqué ce procédé pour obtenir la réduction des mines de ce demi-métal.

Le zinc du commerce vient en partie d'Allemagne, et en partie de l'Inde, où il est connu sous le nom de Toutenague. On sait qu'à Goslard, dans le Hartz, on retire le zinc par la même opération qui produit la réduction des mines de plomb sulfureuses qui sont mêlées de blende. On exploite en France des mines semblables, mais on laisse le zinc se brûler et se convertir en cadmie (1).

---

(1) On retire en Angleterre le zinc de la pierre calaminaire ; ses fonderies sont à Baptits-Mill, entre Bristol et Bath.

Quant à la manière dont les Indiens retirent le zinc de ses mines, elle nous est inconnue, et mériteroit cependant d'être recherchée. Quoique l'emploi du zinc soit peu considérable dans les arts, cependant il peut le devenir, son innocuité étant reconnue : ce demi métal étant d'ailleurs susceptible d'acquérir de la ductibilité quand on rapproche ses parties par le moyen du laminoir, ce que j'ai fait connoître il y a quelques années.

Le zinc entre, comme on le sait, dans l'alliage métallique connu sous le nom de laiton de cuivre jaune, de similor, et dans le commerce, sous ceux d'arco ou de potin gris, lequel alliage se fait, pour la plus grande partie, chez l'étranger.

La France consomme annuellement plus de quarante mille quintaux de cuivre jaune qui se tire de Slalherq, de Namur, d'Hambourg, de Suède et d'Angleterre ; il se fait à présent du cuivre jaune à Limoges, avec la pierre calaminaire de cette province.

L'espèce de granite qui sert à faire les moules pour couler le laiton, se tire des environs de Villedieu et de Vire, en Normandie, et de Bazange, entre Pontorson et Dol.

Les fabriques de laiton de Suède et d'Angleterre, et de Namur, tirent de ces provinces leurs moules.

Il est à croire qu'on s'occupera quelque jour de mettre en œuvre les productions métalliques de la France ; ce qui éviteroit annuellement l'importation de plus de 10 millions pour le cuivre et le plomb, métaux qu'on pourroit extraire en assez grande quantité des Pyrennées, pour équivaloir à l'emploi du commerce.

La plus grande partie des mines de fer de Corse sont congenères de celles de Suède ; je ne doute pas que leur exploitation ne produise un aussi bon fer. Il y a en France de riches mines de ce métal qui ne sont pas exploitées, et dont le produit pourroit équivaloir à l'importation de 7 mil-

lions qui sont employés annuellement pour se procurer le fer destiné aux arts.

La mine de fer argileuse jaune fournit aux Hollandois un objet de commerce assez considérable ; ils achètent tout ce que le Berry produit de cette terre bolaire jaune, sur le pied de 15 francs les huit quintaux ; ils torréfient cette argile martiale, qui prend une belle couleur rouge ; après l'avoir pulvérisée, ils la vendent ensuite en France, 25 et 30 liv. par quintal, sous les noms de rouge de Prusse et de rouge d'Angleterre, suivant l'intensité de sa couleur ; ce rouge s'incorpore facilement avec l'huile, et sert, entr'autre, à colorer les carreaux d'appartemens.

Le vermillon offre un rouge plus beau, mais beaucoup plus cher, parce qu'il n'est que du cinabre pulvérisé qui se prépare encore par les Hollandois, qui achètent chaque année, de l'empereur, 3 mille quintaux de mercure, dont ils convertissent la plus grande partie en cinabre et en chaux de mercure, connue sous le nom impropre de précipité rouge; ils préparent aussi en grand le sublimé corrosif.

Le mercure qu'on emploie en France se tire de la Hollande, d'Espagne et du Palatinat; cependant la France renferme des mines de ce demi-métal; celle de Melinot en Normandie mériteroit d'être reprise avec art; le cynabre s'y trouve entremêlé de pyrites martiales. Cette mine de mercure a commencé à être exploitée il y a environ 60 ans, et a été abandonnée peu de temps après avoir été découverte; ce n'est pas parce qu'elle étoit stéryle, mais par la mésintelligence qui survint entre les mineurs Allemands et les François qu'on employa à cette exploitation.

Les Hollandois réduisent aussi le plomb et ceruse, et préparent une partie du minium qui est dans le commerce. Tous ces procédés sont connus et décrits : pourquoi la France est-elle encore tributaire des Hollandois pour ces préparations?

L'étain qu'on employe en France se tire de l'Angleterre

et de l'Inde ; je présume qu'il existe des mines de ce métal dans la Basse-Bretagne ; le wolfram se trouvant en grande quantité à Kœtanos, ce demi-métal accompagnant ordinairement les mines d'étain, je pense que cet indice devoit suffire pour faire faire des recherches, la France tirant chaque année chez l'étranger pour environ un million d'étain.

Il existe aussi des mines de cobalt et de bismuth en France; on a trouvé ce demi-métal dans les mines de plomb et de cuivre de St-Sauveur, dans les Cévennes.

Il y a, dans les environs de Mâcon, à Romanche, une mine de manganaise aussi belle que celle de Zellorfeldt ; on en trouve aussi en Languedoc : il faut espérer qu'on les substituera, dans le commerce, à celles qu'on tire d'Allemagne et de Piémont.

La France renferme aussi des mines d'argent et d'or, qu'on peut exploiter avec avantage ; j'ai fait connoître, il y a 20 ans, la valeur de celles d'Allemont en Dauphiné, et j'ai déterminé à en suivre l'exploitation. L'argent natif et la mine d'argent sulfureuse, s'y trouvent entremêlés de mines de cobalt et de nickel, sous forme de chaux noire, lilas et verdâtres. Cette dernière a fait donner par les minéralogistes le nom de mine d'argent merde d'oie à l'argent natif qui s'y trouve dans cette chaux de nickel.

La mine d'argent d'Allemont est exploitée aujourd'hui avec beaucoup d'intelligence et d'avantage, par M. Schieiberq, célèbre métallurgiste Saxon qui a découvert à la Gardette, près Allemont, une mine d'or où l'on trouve ce métal sur du quartz blanc.

Quoique le charbon de terre soit abondant dans différentes provinces de France ; quoique ce bitume soit comparable, par l'intensité de chaleur qu'il produit, au meilleur charbon d'Angleterre, cependant on tire chaque année pour 5 à 6 millions de charbon de ce pays. Ce n'est pas la disette de ce bitume, en France, qui fait qu'on en tire autant de

l'Angleterre, mais ce sont les frais de transport qui le rendent plus cher; on donne la préférence au charbon anglois, qui est à meilleur marché.

Si l'on résume les sommes importées par la France pour se procurer du cuivre, du plomb, du fer, de l'étain, du mercure, du zinc, du bismuth, du cobalt et du charbon de terre, on voit qu'elles montent annuellement à plus de 25 millions. La France, sans cesser d'être agricole, devroit donc s'occuper de faire suivre avec art l'exploitation de ses mines, puisque par ce moyen elle cesseroit, pour cette partie, d'être tributaire des autres nations.

OBSERVATIONS
DES ÉTOILES
FAITES A L'ÉCOLE MILITAIRE AVEC UN MURAL DE SEPT PIEDS ET DEMI, EN 1784 ET 1785,

PAR JOSEPH LEPAUTE D'AGELET.

SECONDE SUITE.

(*Voyez les Mémoires de l'Académie pour 1789, page 641.*)

NOMS des CONSTELLATIONS.	GRANDEUR.	ASCENSION droite à-peu-près	PASSAGES DES ÉTOILES. Premier fil.	Milieu.	Troisième fil.	DISTANCES au zénit.	DIVISION en 96.	RÉDUCTION.
6 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
Th. + 11°. Bar. 28 p. 2 l.								Otez 1′ 47″ des dist. au zénit.
Soleil.		12 51	13 30 22,3	30 45,3	31 8,3	54 35 35	58 3 12 — 6	54 35 35
			13	32 55	33 18,5	54 3 18	57 10 9 — 5	54 3 18
α d'Ophiucus.	2	17 25	18 5 33,5	5 56,5	6 20,5	36 8 16	38 8 12 + 1	36 8 16,7
β d'Ophiucus.	3	17 33	18 13 25,5	13 48,5	14 12,3	44 11 35	47 2 4 — 2	44 11 37,6
γ d'Ophiucus.	3	17 37	18 17 41,5	18 4	18 27,5	46 3 38	49 2 1 + 6	46 3 36,1
θ d'Hercule.	4	17 49	18	29 50	30 19,5	11 35 6	12 5 12 — 3	11 35 9,9
e de Pégase	6	21 12	21	53 11,5	53 34,5	42 57 46	45 13 5 + 6	42 57 42,7
	8	21 15	21 56 24	56 47,5	57 11	39 38 32	42 4 9 — 3	39 38 29,4
	6, 7	21 17	21 58 25	58 47,5	59 11,5	41 35 43	44 5 14 + 2	41 35 41,3
Nébuleuse.		21 19	22	0 34	0 58,5	37 37 50	40 2 4 — 3	37 37 51,6
	6, 7	21 20	22		2 9,5	37 39 56	40 2 13 — 1	37 39 52,3
	6, 7	21 24	22 5 16,5	5 40,5	6 5	31 29 22	33 9 6 + 7	31 29 19,5
5 de Pégase.	6, 5	21 27	22	8 41,5	9 6	30 30 32	32 8 11 — 1	30 30 31,5
	7	21 29	22	11 2	11 25,5	39 13 14	41 13 5 + 6	39 13 9,1
	6	21 31	22 12 39,5	13 2,5	13 25,5	39 0 49	41 9 13 + 3	39 0 47,8
ε de Pégase.	2, 3	21 33	22	14 36,5	15 0,5	39 58 4	42 10 2 — 6	39 57 59,7
	7	21 36	22 16 59,5	17 23,3	17 46,5	36 7 58	38 8 10 + 6	36 7 55,3
	7	21 39	22 19 40,5	20 3,7	20 28	34 5 58	35 5 15 + 3	34 5 55,4
	6, 7	21 41	22		22 52	30 2 31	32 0 11 + 6	30 2 31,0
	6, 7	21 43	22 24 6,5	24 30,5	24 54	30 12 24	32 3 8 + 5	30 12 23,3
	7, 8	20 43	22 24 47	25 11		30 9 25		
17 de Pégase.	6	21 46	22		27 51	37 48 17	40 5 3 — 5	37 48 9,0
18 de Pégase.	6	21 49	22 29 58	30 21,3	30 45,3	43 10 10	46 0 12 — 1	43 10 7,2
ο du Verseau.	6, 5	21 52	22 32 44	33 6,7	33 30,3	52 2 41	55 8 3 + 6	52 2 38,1
α du Verseau.	3	21 54	22		56 [illegible] 5	[illegible]	[illegible]	[illegible]

6 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
	7, 8	21 56	22		58 16,5	40 14 13		
	7, 6	22 0	22 40 40,5	41 4,5	41 28,5	30 17 47	32 5 1 — 1	30 17 46,9
	7	22 5	22 45 16,5	45 41,5	46 6,5	27 24 23	29 3 12 — 4	27 24 22
26 des Poissons.	7	23 44	0	25 6,5	25 30	42 59 13	45 13 10 + 2	42 59 11
27 des Poissons.	5	23 48	0 28 13	28 36	28 59	53 36 15	57 2 14 — 7	53 36 14,4
29 des Poissons.	5	23 51	0 31 21,5	31 44,5	32 7	53 4 50	56 9 14 + 6½	53 4 49,5
	7	23 56	0	36 33	36 58,5	21 30 48	22 15 3 — 3	21 30 50,6
	7, 6	0 1	0 41	41 56	42 21	21 27 19	22 14 5 + 0	21 27 2[illegible],5
	7, 6	0 2	0	42 53	43 20,3	16 51 41	17 15 12 + 5	15 51 42,3
	6	0 10	0 50 5	50 31	50 58	17 9 18	18 4 12 + 5	17 9 17,0
28 Andromède.	6	0 19	0 59 21	59 47,3	0 13,5	20 18 27	21 10 9 + 5½	20 18 28,5
π Andromède.	4, 5	0 28	1 5 58	6 25,3	6 52	16 20 24	17 6 14 — 2	16 20 23,2
δ Andromède.	3	0 27	1 8 24,5	8 50 5	9 17	19 11 24	20 7 8 + 3½	19 11 25,5
	7	0 30	1	11 13,5	11 39	25 25 20	27 1 14 + 1	25 25 21,5
57 Poissons.	6	0 35	1 15 55	16 19,3	16 43,5	34 34 0	36 13 14 + 8	34 33 51,8
64 Poissons.	6, 7	0 37	1	18 42,5	19 6,5	33 5 21	35 4 11 + 5½	33 5 19,3
	6, 7	0 41	1 22 12,5	22 41,5	23 10	12 37 27	13 7 7 + 4½	12 37 28,3
μ Andromède.	4, 3	0 45	1 25 22,5	25 50,5	26 20	11 32 42	12 5 1 — 4½	11 32 44,4
Poissons.	7	0 48	1 29 17,5	29 40,5	30 3,5	43 3 30	46 7 2 — 5	43 32 27,9
ε Poissons.	4	0 51	1 32 24	32 46,7	33 10	42 8 1	44 15 1 + 1½	42 7 58,7
73 Poissons.	6	0 53	1	34 43,5	35 6,5	44 21 43	47 5 2 — 6	44 21 40,1
e Poissons.	5, 6	0 57	1 37 54	38 17	38 40	44 21 14	47 4 15 + 7	44 21 15,5
	6, 7	1 1	1 41 51	42 18,5	42 46,2	15 55 13	16 15 11 + 5	15 55 14,1
	6, 7	1 4	1 44 54	45 20,5	45 49,3	16 53 52	18 0 6 + 1	16 53 50,1
	7	1 6	1	47 37,5	48 6,5	12 37 30	13 7 7 + 7	12 37 30,8
	7, 8	1 9	1 50 13	50 43,5	51 14,5	6 23 28	6 13 10 + 4½	6 23 28,5
	6, 7	1 14	1 54 28	54 55,5		15 24 50	16 7 1 + 0	15 24 49,7
	6, 7	1 15	1		56 22,5	15 37 6	16 10 9 — 4	15 37 4,0
ξ Andromède.		1 17	1		58 49	2 59 14	3 3 0 — 5	2 59 12,8
	8	1 20	2 1 6	1 29	1 53	33 1 14	35 3 8 + 7½	33 1 10,8
	7, 8	1 23	2 3 48,5	4 12,5	4 36,5	31 30 38	33 9 12 + 6	31 30 37,6
	8	1 27	2 8 13	8 42	9 11,5	10 23 4		
2 du Bélier.	6	1 30	2 11 27	11 50,5	12 14,5	29 39 5	31 10 0 + 7½	29 39 1,9
	8	1 33	2	14 13	14 37	29 51 52	31 13 11 + 1½	29 51 53,7
	7	1 54	2	35 32	35 57			
13 Bélier.	6	1 54	2	35 39,5	36 4,5	24 12 0		
β Triangle.	4	1 56	2	37 46	38 14,5	14 54 47	15 14 8 + 2	14 54 45,6
42 Baleine.	6	1 59	2 40 37,5	41 0,5	41 23,5	41 18 30	44 1 0 — 6	41 18 24,9
ξ Baleine.	5, 6	2 1	2		43 0,2	41 1 58	43 13 4 + 6	41 1 55,0
	7	2 4	2 45 38	46 3	46 28	26 6 19	27 13 8 + 6½	26 6 19,2
	8	2 4	2 45 42	46 7,5	46 32	26 0 5		
	6, 7	2 7	2		48 57,5	19 40 49	20 15 14 + 0	19 40 48,6
	7, 8	2 10	2 51 5,5	51 33,5	52 1	14 25 18	15 6 2 — 1½	14 25 15,5
	6	2 14	2 55 18	55 43,5	56 9,5	22 49 59	24 5 10 + 6	22 49 53,0
	6	2 17	2 58 47	59 12,5	59 57	24 35 53	26 3 13 + 0	24 35 54,2
	7	2 20	3	2 18,5	2 46	16 2 13	17 1 11 + 6	16 2 17,0
	7	2 24	3 5 33	6 1,5	6 30,5	12 5 22	12 14 8 — 7	12 5 51,6
η Persée.	4, 5	2 28	3 9 14	9 43	10 13	9 36 43	10 3 14 + 6	9 36 13,4
57 Bélier.	6, 7	2 32	3	13 20,3	13 44	32 1 22	34 2 8 + 3	32 1 20,3
	8, 9	2 35	3 15 45	16 9,7	16 35	26 8 43	27 14 3 + 6	26 8 43,5
41 Bélier.	5, 6	2 37	3	18 20,7	18 46,5	22 30 27	24 0 2 + 0	22 30 26,4
	7	2 40	3 20 59,5	21 26	21 53	18 7 12	19 5 4 — 3	18 7 9,4
	7, 8	2 42	3 23 14	23 38,5	24 2,5	29 22 51	31 5 7 — 1½	29 22 50,5
ζ Bélier.	6, 7	2 44	3		25 43	31 42 40	33 13 3 + 3	31 42 39,7
ε Bélier.	6, 5	2 47	3 27 32	27 56	28 21,5	28 23 56	30 4 11 — 5	28 23 53,8
49 Bélier.	6	2 49	3	30 14	30 40,5	23 16 14	24 13 2 + 5	23 16 13,6
ζ Persée.	4	2 51	3		32 55	10 52 54	11 9 12 — 6	10 52 55,6
β Persée.	4	2 54	3 34 43,5	35 13,5	35 43,5	8 45 46	9 5 9 — 2	8 45 46,3
	7	2 58	3	39 0,5	39 31,3	7 19 42	7 13 1 — 2	7 19 40,4
α Persée.	2, 3	3 9	3 49 26,7	50 1,5	50 37	89 48 3	95 12 9 + 7	89 47 1,9
	6	3 10	3		52 19	0 32 3	0 9 2 — 4	0 32 0,8
	5, 6	3 12	3		54 23	0 35 5		
34 Persée.	5	3 14	3		55 38	0 8 0	0 2 4 + 5	0 7 59,6

6 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	Parties. Sec.	D. M. S.
4 Taureau.	6	3 19	3 59 18	59 41	60 4,3	38 16 44	40 13 4 + 6	38 16 40,9
	7, 6	3 22	4		3 18	31 45 7	33 13 14 + 4½	31 45 6,3
9 Taureau.	7	3 24	4 4 56	5 20,7	5 45,5	26 22 58	28 2 4 + 1	26 22 59,6
	8, 9	3 26	4	7 20	7 49,5	24 52 54	26 8 10 + 4	24 52 53,3
11 Taureau.	7	3 28	4		9 22	24 15 1	25 13 14 — 2	24 14 59,3
	8	3 30	4 10 50	11 15,5	11 40,5	23 53 17	25 7 11 + 1½	23 53 18,1
m Taureau.		3 32	4	13 21	13 46	24 43 11	26 5 14 + 2½	24 43 11,8
η des Pleiades.	3	3 35	4 15 18,5	15 43,5	16 8,5	25 26 56	27 2 4 — 5	25 26 54,6
f Pleiades.	6	3 37	4	17 24	17 49	25 29 40	27 3 0 — 1	25 29 40,8
	7, 8	3 40	4 21 13	21 38	22 4	25 50 29	23 6 14 + 4	25 50 29,2
	6, 7	3 42	4		23 23,5	18 28 35	19 11 5 — 1	18 28 30,2
	7, 8	3 44	4		25 41	14 41 18		
	8	3 47	4	28 9	38 38,5	12 30 37	13 5 8	12 30 35,2
A du Taureau.	6, 5	3 52	4 32 35	33 0	33 24,5	27 23 20	29 3 7	27 23 20,1
8 octobre 1784.								
	8	0 16	0 52 3,5	52 29,5	52 56	20 36 36	21 15 12 — 1	20 36 36,3
	7, 8	0 19	0 58 32	58 57,5	59 34	21 14 7	22 10 6 + 5	21 14 3,5
	6	0 24	1 4 8	4 39,5	5 4,5	13 13 41	14 1 12 + 3	13 13 42,1
π Andromède.	4, 5	0 25	1	6 20	6 47,5	16 20 22	17 6 14 — 3	16 20 22,2
54 Poissons.	6	0 28	1 8 43	9 7,5	9 32	28 46 48	30 11 3 — 4	28 46 45,9
	7, 8	0 35	1		11 2	29 1 46	30 15 7 — 1	29 1 45,2
57 Poissons.	6	0 38	1 15 51	16 14,5	16 38,2	34 33 58	36 13 14 + 7	34 33 53,8
64 Poissons.	6	0 42	1		19 1,3	33 5 20	35 4 11 + 4	33 5 17,8
	6, 7	0 44	1 22 8	22 36,5	23 5	12 37 30	13 7 8 — 7	12 37 30,0
66 Poissons.	6	0 46	1 24			30 50 51		
2 *h* Poissons.	6	0 46	1	27 8	27 34,5	21 2 41	22 7 2 + 6	21 2 28,9
Poissons.	7	0 49	1	29 35	29 59	43 32 29	46 7 2 — 5½	43 32 27,4
ε Poissons.	4	0 52	1 32 19	32 42	33 6	42 8 1	44 15 1 + 1	42 7 58,2
79 Poissons.	6	0 56	1 36 58	37 22,5	37 47	29 16 33	31 3 10 + 3	29 16 32,6
83 *r* Poissons.	5	1 00	1 40 19,5	40 45,5	41 11,5	19 55 36	21 4 1 — 0	10 55 31,9
	6	1 1	1	42 5	42 31,5	19 57 6		
	7	1 2	1		43 58,5	21 28 57	22 14 10 + 2	21 28 57,0
υ Poissons.	5	1 7	1 48 10,5	48 35,5	49 1	22 44 31	24 4 2	22 44 30,1
92 Poissons.	7	1 12	1 52 51	53 14,5	53 38,5	32 10 24	34 5 1 + 5	32 10 22,9
ρ Poissons.	5	1 14	1	55 57		30 49 12		
η Poissons.	4	1 20	2	0 55,5	1 20	34 38 3	36 15 1 + 1	34 37 58,2
101 Poissons.	7	1 24	2 4 49,5	5 13,5	5 37	35 23 33	37 10 9 + 7,5	35 18 30,5
104 Poissons.	7	1 28	2		9 5	35 40 36	38 0 14 — 1	35 40 33,6
107 Poissons.	6	1 31	2 11 22,5	11 46,5	12 11	29 39 3	31 10 0 + 6	29 39 0,4
109 Poissons.	6, 7	1 33	2 13 44,5	14 8,5	14 32,5	29 51 50	31 13 11 — 1,5	29 51 51,2
4 Bélier.	6, 7	1 36	2		17 52	32 59 17	31 3 0 — 4	32 59 13,8
	6, 7	1 40	2 20 37,5	21 1,5	21 25,5	31 38 28	33 12 0 + 0	31 38 26,3
	8, 9	1 43	2 23 47,5	24 11	24 35	36 10 20	38 9 5 + 0	36 10 14,4
ι Bélier.	6	1 45	2 25 9,5	26 33,3	26 57,5	32 6 19	34 3 15 — 4,5	32 6 16,1
	6, 7	1 47	2		29 1,5	28 51 37	30 12 9 — 5	28 51 34,9
11 Bélier.	6, 7	1 51	2 31 58,5	32 24	32 49	23 58 41	25 9 4 — 6	23 58 40,2
	7, 8	1 52	2 3	33 7		23 59 24		
13 Bélier.	6, 7	1 54	2	35 34,5	36 0,3	24 11 57	25 13 0 — 3	24 11 54,2
	6, 7	1 57	2 38 7	38 31,5	38 55,5	32 39 30	34 13 6 — 6	32 39 25,3
15 Bélier.	6		2			30 23 19		
η	6	2 0	2	41 42	42 7,5	28 40 31	30 9 6 + 1	28 40 28,5
	8	2 1	2		43 17	30 16 2		
	7	2 5	2 45 33,5	45 58,3	46 24	26 6 16	27 13 8 + 3	26 6 15,7
	7	2 7	2	48 26,5	48 53	19 40 44	20 13 14 — 5	19 40 43,6
	8	2 10	2		51 56,5	14 25 16	15 6 2 — 1,5	14 25 15,5
	8	2 13	2	54 30	54 55,5	24 41 27		
	6, 7	2 14	2		56 4,5	22 49 52	24 5 10 + 5	22 49 51,5
26 Bélier.	6	2 18	2 59 8,5	59 32,3	59 56,5	29 58 34	31 15 9 + 5	29 58 32,7
29 Bélier.	7	2 21	3	2 4,3	2 28,3	34 47 30	37 1 12 + 5	34 47 29,1
32 Bélier.	5, 6	2 24	3 5 29	5 51,5	6 15,7	37 21 31	39 13 9 + 1	37 21 26,8
33 Bélier.	6, 5	2 28	3 8 38,5	9 4,5	9 30	22 44 37	24 4 2 + 6	22 44 35,1
35 Bélier.	4	2 30	3 11 21,5	11 46,5	12 12,7	23 5 19	23 9 0 — 3	22 5 20,4

8 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
	8, 9	2 35	3 15 40,5	16 5,5		26 8 50		
16 Triangle.	7	2 36	3	17 12	17 38	24 35 22	26 3 10 + 7	24 35 21,6
	8	2 38	3		19 54	30 36 13	32 10 5 − 5	30 36 10,3
ρ² Bélier.	6, 7	2 42	3 24 16,5	24 40,5	25 5	31 25 0		
ρ³ Bélier.	6, 7	2 43	3		25 39	31 42 41	33 13 3 + 2	31 42 38,7
ε Bélier.	5	2 46	3		28 16,3	28 23 55	30 4 10 + 7	28 23 52,6
52 Bélier.	6	2 52	3	33 46,5	34 11,5	24 27 46	26 1 8 + 0	24 27 46,5
54 Bélier.	6, 7	2 56	3 36 42,3	37 6,5	37 31,5	30 54 32	32 15 8 + 0	30 54 29,5
			3			30 19 12		
56 Bélier.	6		3		40 47,5	22 26 13	23 14 15 − 4,5	22 26 11,4
59 Bélier.	7	3 6	3 47 36,5	48 1,5		22 35 24	24 1 9 − 5	22 35 24,6
		3 7	3		49 2,5	23 59 41	25 9 8 + 2	23 59 40,9
64 Bélier.	6	3 11	3 52 8	52 33	52 58,5	24 55 14	26 9 5 − 3	24 55 11,4
	7, 8	3 17	3	58 31	58 54,5	32 51 24	35 0 12 − 1	32 51 22,2
7 Taureau.	6	3 21	4 2 14	2 38,5	3 4,5	25 8 21	26 13 1 − 3	25 8 22,4
9 Taureau.	7	3 24	4 4 51	5 16,5	5 41,5	26 22 57	28 2 4 + 1	26 22 55,6
	8	3 26	4	7 16	7 41	24 52 50	26 8 10 + 0	24 52 49,3
11 Taureau.	6, 7	3 28	4	8 51,5	9 17,5	24 15 1	25 13 13 + 8	24 14 56,6
13 Taureau.	6, 7	3 31	4 11 53,3	12 17,5	12 42,5	29 53 44	31 14 4 − 6	29 53 39,9
η Pléiades.	3	3 35	4 15 14	15 38,5	16 3,5	25 26 53	27 2 4 − 5,5	25 26 34,1
	6	3 36	4	17 20,5	17 45,5	25 29 15	27 3 0 − 5	25 29 12,8
	8	3 41	4	22 21		27 54 55		
	6	3 44	4 24 41	25 5,5		27 1 29	28 13 3 + 5	27 1 26,7
	6, 7	3 49	4 29 7,5	29 32	29 56,5	29 17 6	31 3 13 − 5	29 17 4,2
57 Taureau.	5	3 52	4 32 51	32 55	33 20,5	27 23 17	29 3 7 − 4	27 23 16,1
Ther. 8°.								
Barom. 28. p. o l.								
9 octobre 1784. La pendule retarde de 2″ 3 par jour; elle marque 41′ de trop.								Otez 1′ 47″ des dist. au zénit.
α Ophiucus.	2	17 25	18 5 26,5	5 49,5	6 13,5	56 8 15	38 8 12 − 2,5	56 8 13,2
β Ophiucus.	3	17 30	18 13 19	13 41,5	14 5,5	44 11 32	47 2 4 − 5	44 11 34,6
γ Ophiucus.	4	17 34	18 17 34	17 57,5	18 20,5	46 3 37	49 2 1 + 5	46 3 35,1
Lyre.	1	18 29	19 10 1,5	10 30,5	11 0,5	10 16 57	10 15 8 − 5	10 16 54,5
6 ζ Lyre.	5	18 37	19 17 45	18 13,5		11 29 6	12 4 0 + 1	11 29 4,8
38.	5	18 37	19 17 47	18 15,5		11 29 37		
υ Lyre.	6	18 41	19 22 10	22 36,5	23 4,5	16 17 52	17 6 2 + 6	16 17 53,0
9 K Aigle.	5, 4	18 44	19 25 57,5	26 20,7	26 45,5	54 58 2	58 10 2 − 3	54 58 2,7
ε Aigle.	3, 4	18 49	19 30 20,5	30 44,5	31 8,5	34 4 47	36 5 10 − 5	34 44 41,5
19 de la Lyre.	6	19 3	19 43 54,5	44 24	45 53,5	10 3 6	10 11 8 + 7	10 3 2,8
		19 3	19		46 5,5	9 48 24	10 7 6	9 48 25,7
20 η de la Lyre.	5	19 6	19	47 17,5	47 47,5	10 5 22	10 12 3 + 0	10 5 20,8
ω Aigle.	6, 7	19 7	19		49 0	37 38 46	40 2 8 − 2	37 38 45,3
	7, 6		19	50		37 43 5		
	7, 6	19 12	19	53 26	53 49,3	39 21 26	41 15 11 + 0	39 21 24,1
b Aigle.	6	19 14	19	55 36,5	55 59,5	37 22 9	39 13 12 − 0	37 22 5,4
4 du Renard.	6	19 15	19		57 19	29 28 45	31 7 1 + 7	29 28 41,7
	6	19 17	19	57 56,5	58 21,3	29 23 32	31 5 10 − 2	29 23 29,5
	7	19 19	20 0 26,5	0 50,5	1 14,5	29 1 14	30 15 4 + 5	29 1 11,8
	7, 8	19 21	20	2 35	3 3,5	13 1 48	13 14 6 − 2	13 1 45,2
	6	19 23	20	3 51	4 20	13 5 19	13 15 6 − 1,5	13 5 16,7
ι Antinoüs.	4, 5	19 25	20	6 25	6 48	50 36 33	53 15 12 − 5	50 36 32,3
	7	19 28	20 8 30,5	8 53,5	9 17	45 56 22	49 0 5 + 0	45 56 20,9
	6	19 29	20	10 49	11 21,5	4 39 3	4 15 6 − 5	4 38 58,2
14 Cygne.	6	19 32	20 12 47,5	13 18	13 49,5	6 32 49	6 15 12 − 5	6 32 46,3
	7	19 34	20		15 6,5	6 17 28	6 11 6 − 1	6 17 28,4
	6	19 37	20 16 54	17 23	17 51,5	12 1 49	13 13 5 + 0	12 1 48,1
	6, 7	19 40	20 20 13	20 41,5	21 10,5	10 59 25	11 11 9 0	10 59 24,0
	7	19 54	20		34 54,5	30 57 31		
η Flèche.	6	19 56	20 36 5,5	36 29,5	36 54,5	29 29 1	31 7 3 − 4	29 28 57,1

9 octobre 1784		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
17 Renard.	6	19 58	20	38 31,5	38 56,5	25 51 50	27 9 6 + 6½	25 51 49,0
θ de l'Aigle.	4, 5	20 1	20		41 24	50 18 17	53 10 9 − 3	50 18 20,0
	6, 7	20 3	20		43 19,5	50 30 1	53 13 14 − 5	50 29 50,8
	8	20 5	20 45 49	46 14,5	46 39,5	27 32 13	29 5 15 + 5	27 32 12,4
	7	20 7	20	47 45	48 10,5	27 55 9	29 12 8 − 5	27 55 6,7
	7, 8	20 9	20 49 51	50 15	50 40	28 19 12	30 3 5 + 1	28 19 9,7
	7	20 12	20 52 38	53 2,5	53 27,5	26 41 33	28 7 9 − 5	26 41 30,2
h Cygne.	5	20 15	20 55 40,5	56 7,5	56 34,5	17 22 0	18 8 6 + 3	17 21 59,6
	8	20 18	20 58 41	59 11	59 41,5	9 10 12	9 12 8 + 0	9 10 11,7
6 Cygne.	6	20 20	21		0 57	11 7 55		
	7	20 21	21		2 28	13 7 41		
	7	20 22	21	3 40,5	4 9,7	12 39 15	13 8 0 − 7	12 39 15,5
ζ Dauphin.	6	20 25	21		6 31	34 53 24		
7 κ Dauphin.	6	20 28	21 9 10,2	9 33,5	9 57	39 31 31	42 2 9 − 2,5	39 31 28,0
	7	20 31	21 11 29	11 53,5	12 19	29 42 16	31 10 14 + 6,5	29 42 5,4
α Cygne.	2	20 34	21 14 25,2	14 57,5	15 30,3	4 21 27	4 10 6 − 1	4 21 27,5
30 Renard.	6	20 36				24 21 33		
	9	20 41	21 21 21	21 46,5	22 13	22 17 5		
	7	20 42	21	23 12	23 38,5	21 25 3	22 13 8 + 3	21 25 0,7
32 q. du Renard.	5	20 45	21 25 49,5	25 15,5	26 41,5	21 37 18	23 1 0 + 5	21 37 20,9
33 Renard.	6	20 49	21 29 8	29 32,5	29 57,5	27 21 53	29 3 0 + 6	27 21 53,3
	8	20 49	21 29 55	30 19		27 20 41	29 2 11 − 5	27 20 36,9
	7	20 52	21	33 30,5	33 59	13 40 58	14 9 8 + 2½	13 40 56,4
	8	20 56	21 36 38	37 3	37 27,5	28 40 16	30 11 0 + 5	28 46 15,3
	6	20 59	21		40 41,5	14 31 35		
	7	21 2	21 42 49	43 17	43 43,5	13 26 45	14 5 8 − 5	13 26 45,2
	6	21 5	21		40 17	19 51 4	21 2 13 − 6	19 51 2,3
ε Pégase.	5	21 33	22	14 30	14 55	39 58 1	42 10 2 − 6,5	39 57 59,2
81 π² Cygne.	5	21 39	22 19 8	19 43	20 17,5	0 33 25	0 9 8 + 6	0 33 29,9
	7	21 42	22 22 35	23 4	23 33,5	10 20 21	11 0 7 + 1	10 20 18,3
	7, 8	21 45	22	26 9	26 34	29 1 50	30 15 7 + 1	29 1 47,3
	9	21 49	22 29 36	30 1,5	30 28	20 3 20	21 6 4 + 8	20 3 21,4
	7	21 54	22 34 37,5	35 8,5	35 40,5	5 15 23	5 9 12 − 4	5 15 27,6
	6, 7	22 10	22		52 19	23 0 42	24 8 12 − 5	23 0 40,7
33 Pégase.	6	22 13	22	54 12,5	5 36,5	29 6 4	31 0 10 + 5	29 6 1,3
	7	22 15	22		56 55,5	31 30 39	33 9 12 + 5,5	31 30 36,1
	7	22 18	22 58 33,5	58 58	59 23	25 10 9	26 13 9 − 5	25 10 5,8
	7, 6	22 21	23 2 2,5	2 28,5	2 54,5	20 25 31	21 12 9 + 5	20 25 29,9
	6, 7	22 23	23		4 19	10 11 44	10 14 0 + 1	10 11 44,1
	7, 8	22 26	23 6 42	7 11	7 40	10 21 13	11 0 11 + 4	10 21 14,0
11 Lézard.	6, 5	22 31	23 11 27	11 58,5	12 30,5	5 43 6	6 1 9 + 5	5 43 4,6
η Pégase.	3	22 33	23		14 7	19 46 12	21 1 6 + 5	19 46 10,0
λ Pégase.	4	22 36	23 16 39,5	17 4,5	17 29,5	26 25 51	28 3 1 + 0	26 25 46,0
μ Pégase.	4	22 40	23 20 6,5	20 31	20 56,5	25 23 58	27 1 8 − 4½	25 23 57,0
	7, 8	0 32	1 12 10	12 33	12 56	33 22 48	35 9 11 − 1	33 22 47,5
57 Poissons.	6	0 35	1 15 48,5	16 12	16 36,3	34 33 56	36 13 14 + 6½	34 33 53,3
64 Poissons	6	0 38	1	18 35	18 59	33 5 19	35 4 11 + 3	33 5 16,8
	6	0 43	1 23 42,5	24 6,5	24 31,5	30 50 51	32 14 7 + 3	30 50 48,4
68 Poissons.	6	0 46	1 26 40,5	27 5,5	27 32	21 2 38	22 7 2 + 4	21 2 36,9
	6	0 51	1	31 44,5	32 15,5	8 41 25	9 4 5 − 1	8 41 23,7
31 Poissons.	6	5 54	1 34 39,5	35 4	35 28,5	28 33 0	30 7 4 + 0	28 32 59,5
	6	0 54	1 34 40,5	35 5	35 29,5	28 33 24	30 7 6 + 3	28 33 22,7
ψ² Poissons.	6	0 56	1	37 ½		29 16 31		
9 Poissons.	6	0 59	1 39 42,5	40 9,3	40 36	18 35 41	19 13 5 + 8	18 35 41,1
φ Poissons.	5	1 2	1 42 34	42 58,5	43 24,3	25 25 43	27 2 0 − 3	25 25 43,9
85 Poissons.	6	1 7	1 47 11	47 34	47 57,5	45 22 5	49 7 9 + 0	46 22 50,2
	8, 9	1 10	1 51 5	51 28,5	51 52	34 12 13	36 7 12 − 1	34 12 13,8
92 Poissons.	7	1 10	1		53 36	32 10 24	34 5 1 + 2	32 10 19,0
98 Poissons.	7	1 16	1 56 59,3	57 20,5	57 45	44 37 16	47 9 8 + 3	44 37 11,9
	9	1 21	2	1 59	2 22,5	46 17 10	49 5 15 + 0	46 17 7,4
55 Mayer.	8	1 24	2	4 29	4 52,5	41 41 32	44 7 9 − 6	41 41 20,2
π Poissons.	5	1 26	2	6 37,5	7 0,7	37 49 39	40 5 9 + 2	37 49 35,3
57 Cat. Mayer	7, 8	1 26	2	7 9,5		37 52		

9 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
107 Poissons.	6	1 31	2 11 19,5	11 44,3	12 8,5	29 39 2	31 10 0 + 5	29 38 59,4
109 Poissons.	6, 7	1 33	2 13 41	14 5,5	14 30,5	29 51 49	31 13 11 − $1\frac{1}{2}$	29 51 53,7
	7	1 38	2 18 45,5	19 10	19 34,5	27 40 3	29 8 3 − 1	27 40 1,1
	8	1 40	2	21 5,5	21 31	25 49 21	27 8 11 + 4	25 49 21,5
γ Bélier.	4	1 42	2		23 2,5	30 37 53	32 10 12 + 2	30 37 49,6
ι Bélier.	6	1 45	2 26 6,5	26 30,7	26 54,5	32 6 15	34 3 14 + 6	32 6 13,4
	8	1 49	2 30 3,3	30 28	30 53	26 31 13	28 4 10 − 3	26 31 12,6
	9	1 52	2 33 8	33 32	33 55,5	41 48 14	44 9 7 + 1	41 48 11,7
α Bélier.	2	1 55	2	35 57,5	36 22,5	26 25 51	28 3 1 + 1	26 25 17,0
16 Bélier.	7	1 58	2 39 13,3	39 36,7	40 1,5	30 23 19	32 6 10 + 1	30 23 18,5
	7	2 9	2 50 27,5	50 52	51 17,5	26 59 13	28 12 9 − 1	26 59 8,9
	7, 8	2 14	2 54 3	54 27,5	54 53	24 41 28	26 5 6 + $2\frac{1}{2}$	24 41 26,3
13 Triangle.	7	2 16	2	57 5,5	57 31,5	19 55 1	21 3 14 + 7	19 54 59,4
14 Triangle.	6	2 19	2 59 25,5	59 53,5	0 21,5	13 41 29	14 9 10 + $7\frac{1}{2}$	13 41 22.3
	8	2 22	3 3 21,5	3 44	4 8	38 12 41	40 12 2 + 0	38 12 37,6
υ Baleine.	4, 5	2 24	3		5 51	44 12 47	47 2 9 + 0	44 12 45,5
δ Baleine.	3	2 28	3 8 55,5	9 18,5	9 41,5	49 27 50	52 12 3 − 1	49 27 49,8
γ Baleine.	3	2 32	3 12 38,5	13 1	13 24,5	46 32 17	49 10 4 − $3\frac{1}{2}$	46 32 13,6
16 Triangle.	6, 7	2 35	3 16 45	17 10	17 35,5	24 35 21	26 3 10 + $6\frac{1}{2}$	24 35 21,1
	7, 8	2 40	3 20 52,5	21 19,5	21 46	18 7 8	19 5 3 + $6\frac{1}{2}$	18 7 5,7
	6	2 44	3 24 50,5	25 19,5	25 48,5	11 8 11	11 14 1 + 1	11 8 12,3
λ Baleine.	5, 6	2 48	3	29 4,3	29 28	40 49 16	43 8 11 − 2	40 49 15,5
α Baleine.	2	2 51	3 31 31,5	31 54	32 17,5	45 37 19	48 10 10 + 0	45 37 21,2
β Persée.	2, 3	2 54	3 34 36	35 6,3	35 36,7	8 45 44	9 5 9 − 2	8 45 46,3
	8	2 55	3 37 51	38 15,5	38 39	30 19 6	32 5 7 − $1\frac{1}{2}$	30 19 5 5
57 δ du Bélier.	4	2 57	3		40 45,5	22 26 9	23 14 14 + $7\frac{1}{2}$	22 26 10,2
α Fourneau.	3	3 3	3	43 41	44 7,5	78 38 20	83 14 1 + 0	78 38 11,3
α Persée.	2, 3	3 9	3 49 19,5	49 54,3	50 29,7	89 48 5	95 12 9 + 7	89 48 1,9
ο Taureau.	4	3 13	3 53 44,5	54 8	54 31	40 36 5	43 4 15 − 3	40 36 3,1
	7, 8	3 15	3		56 46	36 48 30		
	7, 8	3 17	3		58 9,5	38 13 46		
Taureau.	6	3 18	3 59 10,5	59 33,5	59 57	38 16 33	40 13 4 − $1\frac{1}{2}$	38 16 33,4
	7	3 22	4 2 23	2 47,5	3 11,5	31 45 2	33 13 14 − $2\frac{1}{2}$	31 44 59,3
9 Taureau.	7	3 24	4	5 13,5	5 38,5	26 22 55	28 2 4 − $3\frac{1}{2}$	26 22 51,1
11 Taureau.	7	3 27	4 8 24	8 49,5	9 14,5	24 14 59	25 13 13 + $7\frac{1}{2}$	24 14 56,1
g Pléiades.	7	3 32	4	12 55	13 20	25 16 14		
b Pléiades.	5	3 32	4	13 0	13 26	25 26 40		
η Pléiades.	3	3 34	4 15 11	15 36	16 1,5	25 26 53	27 2 3 + $6\frac{1}{2}$	25 26 32,9
f Pléiades.	6	3 37	4	17 16,5	17 42	25 29 13	27 3 0 − 7	25 29 10,8
	7	3 41	4 21 22,5	21 46,5	22 10,5	32 11 31	34 5 6 + $6\frac{1}{2}$	32 11 30,3
	6	3 44	4 24 38,5	25 3,5	25 28,5	27 1 26	28 13 3 + 0	27 1 21,7
	10, 11	3 48	4 28 38,5	29 3		29 4 28		
Taureau.	6, 7	3 48	4 29 5	29 29		29 17 3	31 3 12 + 6,5	29 17 2,5
39 Taureau.	6	3 52	4 32 28,5	32 52,5		27 23 17	29 3 7 − 3	27 23 17,1
	7, 8	3 55	4 36 28	36 52,5	37 18,5	25 35 4	27 4 10 + 0	25 35 0,6
p Taureau.	6, 7	3 57	4	38 37	39 3	22 57 53	24 7 15 − 2	22 57 54,1
	10	4 1	4		43 2	26 59 32		
48 Taureau.	7	4 3	4 44 4	44 27,5	44 51	34 1 2	36 4 8 + 8	34 0 57,2
51 Taureau.	7	4 5	4	46 33	46 57,5	27 49 43	29 10 15 − 3	27 49 39,1
	6					27 37 39		
χ Taureau.	6	4 9	4 49 57,5	50 22,5	50 48,5	23 45 47	25 5 9 − 2,5	23 45 46
δ 2 Taureau.	4	4 11	4	52 34	52 59,5	31 56 6	34 1 0 + 5,5	31 56 4,4
72 υ^2 Taureau.	6	4 14	4 54 54,5	55 19,5	55 44,5	26 22 21	28 2 1 + 1	26 22 16,1
76 Taureau	7	4 16	4		57 29	34 37 0		
50 Taureau.	7	4 18	4	58 46	59 10,5	33 42 39		
51 Taureau.	7	4 19	4	58 53	59 29	33 39 19		
85 Taureau.		4 19	5	0 28		33 29 22		
86 Taureau.	5	4 21	5		2 56	34 29 13		
Aldébaran.	1	4 23	5 4 4,5	4 28,5	4 52 3	32 48 14	34 15 13 + 6	32 48 11,4
90 c. 1 Taureau.	5	4 26	5	7 2	7 26	36 47 57	39 4 0 + 4	36 47 52,8
93 c. 2 Taureau.	6	4 28	5		9 23	37 6 14	39 9 3 + $6\frac{1}{2}$	37 6 9,5
	7	4 34	5 13 11,5	13 36,3	14 1,5	25 39 37	27 5 13 − 4	25 39 7,1
	6, 7	4 40	5 17 55	18 18,7	18 42,5	33 21 6	35 9 3 + 0	33 21 3,0

9 octobre 1784.		H. M.	H. M S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
	7	4 43	5 23 37	24 2,5	24 28	24 38 13	26 4 8 − 5	24 38 14,2
	6, 7	4 44	5		25 4	25 16 19	26 15 5 + 0	25 16 20,0
ι Taureau.	4	4 50	5 30 43	31 7	31 32	27 36 25	29 7 1 − 1	27 36 3,7
	6	4 55	5 35 27,5	35 52,5	36 18	24 54 18	26 9 0 + 7	24 54 15,4
γ Orion.	6	4 57	5		38 40	33 33 31	35 12 12 − 6	33 33 23,5
Chèvre.	1	5 1	5 41 8	41 40	42 13,5	3 7 20	3 5 4 + 6	3 7 18,4
Rigel.	1	5 4	5 44 36,3	44 59,5	45 23,5	57 18 17	61 2 2 + 0	57 18 43,2
	8, 7	5 7	5 48 5,5	48 30	48 54	29 31 33		
	7, 8	5 8	5	49 7,5		29 17 11		
β Taureau.	2	5 13	5 53 7,5	53 33,2	53 59,5	20 27 49	21 13 4 + 0	20 27 49,9
ο Taureau.	6	5 14	5	55 35,5	56 0,5	27 7 55	28 15 0 + 8	27 7 52,1
	8, 9	5 19	5 59 33	59 57		30 47 58		
	6	5 19	6		0 53	30 26 57		
	6, 7	5 21	6	1 48	2 12,5	30 29 46	32 8 7 + 7	30 29 46,8
ε Orion.	2	5 26	6 5 44	6 6,7	6 29,5	50 12 30	53 8 14 + 0	50 12 27,1
ζ Orion.	2	5 30	6 10 20,5	10 4,5	11 6	50 55 2[illegible]	54 5 2 − 6	50 55 25,1
	7	5 34	6	15 15,5	15 39,5	33 8 34	35 5 10 0	33 8 31,5
135 Taureau.	6	5 38	6 18 43,5	19 7	19 31	34 38 18	36 15 2 + 5	34 38 15,4
139 Taureau.	6	5 44	6 25 4,5	25 30,5	25 56	22 57 38	24 7 1½ − 1	22 57 40,1
	7	5 45	6		26 51	23 7 52	24 10 12 + 5	23 7 52,6
H Gémeaux.	4	5 51	6	31 54	32 19,5	25 36 38	27 5 1 + 6½	25 36 39,4
	7, 8	5 53	6	34 34	34 59	25 13 49		
	7	5 56	6 37 7,5	37 32,5	37 57,3	25 44 17	27 7 4 + 3	25 44 17,3
	7	5 59	6 39 43,5	40 8,5	40 33	25 55 47	27 10 8 + 6½	25 55 46,3
η Gémeaux.	4, 5	6 3	6 42 21	42 45,5	43 9,5	26 19 3	28 1 2 0	26 18 57,3
	7	6 6	6 46 14	46 39	47 5	25 12 7		
μ Gémeaux.	3	6 10	6 50 23,5	50 48,3	51 13,5	26 15 47	28 0 3 + 5	26 15 44,6
	7	6 12	6 52 55,2	53 20,5		25 26 32		
	7, 6	6 18	6 56 9,5	59 33	59 57,5	31 47 30	33 14 9 − 1	31 47 25,8
	7, 8	6 21	7 2 25	2 48,5	3 14	29 17 25	31 3 1½ + 1	29 17 23,4
γ Gémeaux.	2, 3	6 25	7 5 44,5	6 8,5	6 32,7	32 18 0	34 7 4 − 1	32 17 58,2
	7	6 27	7	8 37,5	9 3,5	20 29 42	21 13 12 + 5	20 29 40,4
ε Gémeaux.	3	6 32	7 11 7,5	11 32,5	11 57,5	23 32 37	25 1 13 + 0	23 32 37,3
Sirius.	1	6 37	7 16 2,5	16 26,3	16 50,5	65 16 17	69 9 15 + 5	65 16 16,2
61 Cocher.	6	6 39	7	20 1,5	20 31,5	10 7 38	10 12 14 − 5	10 7 40,8
	6	6 42	7	22 25	23 20,5	23 14 34	24 12 11 − 3	23 14 33,3
Gémeaux.	6	6 45	7 25 56,5	26 22,5		22 31 30	24 0 7 0	22 31 32,8
	6	6 46	7		27 27	22 40 51	24 3 1 + 4	22 40 50,0
ε Grand chien.	3, 2	6 50	7 30 27,5	30 53	31 19,5	77 29 19	82 10 7 + 5	77 29 1[illegible],7
63 Cocher.	4, 5	6 57	7 37 10,5	37 40,5	38 11	9 13 30	9 13 7 + 1	9 13 30,5
m Gémeaux	6	6 58	7 39 47	40 12	40 37 5	24 23 55	26 0 6 + 7½	24 23 52,5
	6	7 1	7 42 54,5	43 20,3	43 46,5	20 37 3	21 15 14 − 3	20 37 0,6
δ Gémeaux.	3	7 8	7 47 42,5	48 7,5		26 30 27	28 4 6 + 1	26 30 23,9
Herschel.		7 11	7 51 40	52 4,5	52 29,5	26 0 58	27 12 0 + 0	26 0 56,3
r Gémeaux.	6	7 15	7		55 30,5	28 11 51	30 1 4 − 5	28 11 48,7
α Gémeaux	1, 2	7 21	8 1 13,5	1 40,5	2 7,7	16 31 54	17 10 2 + 3	16 31 53,7
	6	7 24	8 4 46	5 13,5	5 42,5	13 21 45	14 4 1 − 3	13 21 43,9
Procyon.	1	7 28	8 8 29,5	8 51,5	9 15	43 5 46	45 15 8 + 0	43 5 44,5
κ Gémeaux.	4, 5	7 31	8 12 51,5	12 17	12 42,5	23 58 19	25 9 2 − 1	23 58 17,8
Th. + 7°. Bar. 28. p. o l,								
13 octob. 1784 matin. La pendule ayant été arrêtée. Elle retarde de 3″ par jour.								Otez 1′ 47″ des distances au zénit.
δ Gémeaux.	3	7 8	7 48 46	49 11	49 35,5	26 30 30	28 4 6 + 5½	26 30 28,3
Herschel.		7 12	7 52 50,5	53 15,5	53 40,5	26 1 7	27 12 9 − 3	26 1 6,4
r Gémeaux.	6	7 15	7 55 45	56 10	56 34,5	28 11 49	30 1 3 + 7	28 11 47,5
	6	7 17	7	58 19	58 44,3	20 31 43	21 14 6 − 5	20 31 42,2

13 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S	Parties. Sec.	D. M. S.
α Gémeaux.	1, 2	7 21	8 2 17,2	2 41,5	3 11,7	16 31 53	17 10 2 + 2	16 31 52,7
	6, 7	7 24	8 5 9	6 17,5	6 46	15 21 44	14 4 1 − 4	15 21 42,9
Procyon.	1	7 28	8 9 32,5	9 [illegible],5	10 19	45 5 51	45 15 8 + 5	45 5 [illegible]
κ Gémeaux.	4, 5	7 31	8 12 55,5	13 20,5	13 46	25 58 21	25 9 2 + 1	23 58 20,8
Therm. + 8°.		7 33	8		15 58	29 50 51	31 13 6 + 6	29 50 52,3
Bar. 28 p. 3 l.								b. supérieur.
Soleil . . .		13 17	13 59 15,5	59 38,5	60 1,5	56 42 21	60 7 12 + 6½	56 42 21,5
Venus.		13 27	15	5 55,5	6 19,5	62 50 15	67 0 7 − 5	62 50 12,5
Aldebaran.	1	4 23	5	5 30	5 55,3	32 48 18	34 15 14 − 5	32 48 13,6
	6, 7	4 32	5 14 13,5	14 38,5	15 3,5	25 39 12	27 5 13 − 2	25 39 6,1
	7	4 36	5 17 37 5	18 1,5	18 25,[illegible]	30 31 56	32 9 1 + 2	30 31 53,6
97 Taureau.	6	4 38	5 20 18	20 42,5	21 6,5	30 24 55	32 7 0 − 7	30 24 [illegible],6
	7, 8	4 43	5 23 56,5	24 14,5	24 39,5	29 41 47	31 11 10 + 8	[illegible] 5,1
γ Taureau.	4	4 50	5 31 44,5	32 9,5	32 34	27 36 10	29 7 1 + 1½	27 36 9,2
	7	4 51	5		33 52	27 34 31	29 12 4 + 7	27 34 26,0
	7, 6	4 55	5 36 34,5	36 58,5	37 24	27 27 51	29 4 11 + 7	27 27 50,8
μ Persée.	6, 5	4 58	5 40 8,5	40 [illegible],5		10 40 0	11 6 0 + 7	10 39 57,6
Chèvre.	1	5 1	5 42 9,7	42 42,5	43 15,5	3 7 19	3 5 4 + 7	3 7 19,4
Rigel.	1	5 4	5 45 38,5	46 1,5	46 25	57 18 46	61 2 2 + 2	57 18 4[illegible],2
	7, 6	5 7	5 49 8	49 31,5		29 31 32		
	6	5 8	5	50 8,5		29 17 14	31 3 13 + 3	39 17 12,1
	6	5 13	5	53 7	53 30,5	32 23 10	34 8 11 + 6½	32 23 9,0
	7, 6	5 14	5		55 58	32 22 24	34 8 8 − 2,5	32 22 20,5
	6	5 16	5		58 21	23 54 1	25 8 1 + 0	23 54 [illegible],7
δ Orion.	2	5 21	6 2 29,5	2 52	3 15,5	49 19 4[illegible]	52 9 14 − 3	[illegible]
ε Orion	2	5 26	6 6 45,5	7 8,5	7 31,5	50 12 30	53 8 14 + 1	[illegible] 12 28,1
ζ Orion.	2	5 29	6 11 22	11 44,5	12 8	50 55 30	54 5 2 − 4	50 55 27,1
	9, 10	5 32	6	14 24	14 48	32 53 23		
	7	5 34	6 15 53	16 17,3	16 41,5	33 8 35	35 5 10 + 1	33 8 32,5
136 Taureau.	6	5 37	6 19 17,5	19 4[illegible],5		20 [illegible] 12	22 6 3 − 5	20 9 10,3
137 Taureau.	6	5 40	6	22 5,5	22 26,5	34 45 50	37 4 5 − 5	34 45 46,9
	7, 6	5 43	6 25 14,5	25 38,5	26 4,5	24 40 14	26 5 0 + 7	24 40 11,7
	7, 8	5 45	6	27 27	27 52,5	23 7 54	24 10 12 + 6½	23 7 54,1
	7, 8	5 48	6		31 0,5	26 29 30		
II Gémeaux.		5 51	6 32 31,5	32 56	33 21,5	25 36 42	27 5 2 − 3	25 36 43,1
	7, 8	5 53	6 35 10,5	35 35,3	36 0,5	25 15 43	26 14 9 + 0	25 15 41,8
	6	5 58	6 39 48,5	40 13,5	40 39	24 25 14	26 0 12 + 6	24 25 14,2
ζ Gémeaux.	4, 5	6 2	6 43 22,5	43 47	44 12,5	26 19 4	28 1 2 + 5½	26 19 [illegible],8
	7	6 6	6 47 16,5	47 41		25 12 5	26 14 2 + 1	25 12 10,5
	7		6		48 32	25 18 55	27 0 5 + 3	25 18 53,9
	6	6 12	6	54 21	54 46,5	2[illegible] [illegible] [illegible]	27 2 3 + 1	25 26 27,4
	6, 7	6 15	6 56 58	57 2	57 2[illegible],5	28 15 36	30 2 5 − 5	28 15 3[illegible],8
ν Gémeaux.	4	6 16	6		58 2[illegible],5	28 32 14	30 7 0 + 6½	28 32 1[illegible],1
	6, 7	6 19	7 0 41,5	1 8,5	1 [illegible],5	32 49 43	25 0 4 + 1	32 49 38,7
	7	6 22	7	4 23		32 30 37		
	7, 8	6 23	7	5 28	5 52	31 54 44		
γ Gémeaux.	3	6 25	7		7 55	32 18 0	34 7 4 − 3	32 17 56,3
ε Gémeaux.	3	6 31	7 12 9,3	12 34	12 59,5	23 32 40	25 1 13 + 5½	23 32 [illegible]
Sirius.	1	5 36	7 17 4,5	17 28	17 52	65 16 18	69 10 0 − 5	65 16 19,4
	6	6 42	7 24 0,3	24 25,3	24 47,3	35 25 17	37 12 10 + 6½	35 25 44,6
	8	6 47	7	29 30	29 55	25 8 [illegible]		
ε Grand chien.	2, 3	6 49	7	31 54	32 21,5	77 29 20	82 10 7 + 5	77 29 16,7
	8	6 59	7	40 52,5	41 17	33 11 46		
	8	7 0	7	42 0	42 24	33 20 33		
	7, 8	7 3	7	45 34,5	45 59,5	23 58 16	25 9 2 − 5	23 58 14,8
δ Gémeaux.	3	7 7	7 48 44,5	49 8,5	49 33,5	26 30 28	28 4 6 + 4½	26 30 2[illegible],4
Herschel.		7 11	7 52 50,5	53 16,5	53 40,5	26 1 10	27 12 1 − 1½	26 1 8,0
	6	7 15	7 56 40,5	57 4,5	57 27,5	36 29 48	39 14 13 − 1½	37 25 48,0
	6	7 19	8 0 52,5	1 16,5	1 40,5	31 20 19	33 6 13 + 7½	31 20 19,6
2 Gémeaux.	6, 5	7 22	8 4 4,5	4 30,5	4 56,7	21 30 50	22 15 3 − 4	21 30 40,6
	7	7 25	8	6 40,5	7 15,5	29 28 46	31 7 2 − 5	29 28 42,9
Procyon.	1	7 27	8 9 30,5	9 53,5	10 17	43 5 52	45 15 8 + 6½	43 5 51,0

13 octobre

13 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
	6	7 33	8	15 32,5	15 56,3	29 50 52	31 13 6 + 6	29 50 52,3
26 Lynx.	5	7 38	8 20 16,5	20 50,5	21 25,3	0 46 47	0 13 5 − 1	0 46 47,1
Th. 7°. ½.								
Bar. 28 p. 2 l.								
14 octobre 1784.								
Soleil		13 20	14 0 45	1 8,5	1 31,5	57 37 1	61 7 5 + 4	57 37 2,5
Therm. 8°. ¾.				3 19,5	3 43	67 4 46	63 14 2 + 7	57 4 46,5
Bar. 28 p. 2 l.								
Lyre.	1	18 30	19 11 0,5	11 29	11 59,3	10 16 55	10 15 8 − 6	10 16 55,5
	7	18 39	19		21 33	25 55 6		
k Aigle.	4, 5	18 46	19 26 56,5	27 19,5		54 58 7	58 10 2 − 1	54 58 4,7
ε Aigle.	3, 4	18 50	19		32 7,5	34 4 44	36 5 10 − 3	34 4 43,5
		18 57	19 39 46	40 9,5	40 34	32 19 23	34 7 10 + 2	32 19 20,4
		18 58	19 40 30,5	40 53,7		32 20 27	34 7 15 + 0	32 20 24,3
ζ Lyre.	6	19 7	19 47 47,5	48 16,5	48 46,5	10 5 24	10 12 3 + 6	10 5 26,8
	7	19 10	19 51 48,5	52 14,5	52 40,5	21 59 42	23 7 6 + 2	21 59 42,7
3 du Renard.	6, 5	19 14	19 55 28,3	55 52,5		23 0 39	28 8 11 + 6	23 0 38,5
	7	19 16	19	57 51,5	58 16	29 0 35		
5 du Renard.	6	19 17	19	58 41		29 11 14		
	7	19 18	19 59 58	60 23	60 47	29 2 50	30 15 12 − 3	29 2 49,3
7 du Renard.	6	19 20	20	1 49,5	2 14,5	29 1 17	30 15 5 − 5	29 1 15,0
		19 23	20 4 38,5	5 2,5	5 26	59 52 11	63 13 12 + 2	59 52 7,4
	6	19 25	20		7 46,5	50 36 35		
	6	19 26	20		8 32,5	53 58 17	57 9 2 − 5	53 58 14,8
	6	19 27	20	9		6 55 30		
	6	19 29	20	11		10 57 50		
14 Cygne.	6	19 32	20 13 46	14 17	14 48	6 32 51	6 15 12 − 3	6 32 50,3
	7	19 34	20		16 5	6 17 28	6 11 6 + 1	6 17 30,4
15 octobre 1784.								
Soleil		13 24	14 4 27	4 49,7	5 13,3	57 59 16	61 13 10 + 6½	57 59 15,5
Therm. 8°.			14	7 0,5	7 24,3	57 27 0	61 4 8 − 3	57 27 1,2
Bar. 28 p. 1 l. ¾.								
Vénus.		14 34	15 15 5,5	15 28,7	15 52,7	63 42 15	67 15 3 + 6½	63 42 15,1
Lyre.	1	18 30	19		11 56	10 16 54		
		18 37	19 18 41	19 9,5	15 38,5	11 29 8	12 4 0 + 5½	11 29 5,3
		18 41	19	23 42,5	24 10,5	16 17 54	17 6 2 + 7,5	16 17 54,5
k Aigle.	4, 5	18 46	19		27 40	54 58 5	58 10 2 − 1,5	54 58 4,2
ζ Sagittaire.	3, 4	18 49	19	30 34	31 1,5	78 58 18	84 13 12 + 6,5	78 58 17,5
π Sagittaire.	4	18 57	19 38 18,5	38 42	39 6,5	70 11 13	74 13 13 + 6,5	70 11 10,1
d Sagittaire.	5	19 5	19 46 22,5	46 46,5	47 10,5	68 9 42	72 11 4 + 7	68 9 40,0
44 ρ. 1 Sagittaire.	5	19 10	19 50 30,5	50 54,5	51 19,5	67 4 50	71 8 13 + 4,5	67 4 48,4
		19 14	19 56 7,5	56 31	56 55	32 20 17	34 7 14 + 0	32 20 11,1
		19 14	19 56 30	56 54	57 18,5	32 15 13	34 7 9 + 3	32 15 8,2
Saturne.		19 16	19	58 59	59 23,5	71 11 14	75 14 15 − 6	71 11 9,9
	6	19 25	20	7 20	7 43	50 36 55		
	6					53 58 19		
	6	19 19	20	11 24	11 47,5	49 58 9	53 4 12 + 2	49 57 59,0
15 Cygne.	6	19 32	20		14 45,5	6 32 47		
	6	19 35	20	15 31	16 2,5	6 17 30	6 11 6 + 5	6 17 34,4
	7	19 35	20	17 24	17 55,5	10 42 23	11 6 12 − 5	10 42 23,8
	6, 7	19 38	20	20 36	21 1	24 0 29	25 9 12 − 5	24 0 26,6
	6	19 42	20 23 12	23 37,2	24 2	26 47 46	28 9 5 + 1	26 47 45,4
	6	19 45	20	26 6,5	26 32,5	25 20 27		
	6, 7	19 46	20		27 37	25 6 13	26 12 7 + 0	25 6 13,5
	6, 7	19 50	20	31 45,5	32 10,5	26 20 38	28 1 9 + 7	26 20 36,6
	6	19 52	20 34 1	34 26,5	34 52	24 59 23		
16 Renard.	5, 6	19 52	20	34 34,5	35 7	24 31 26		
	7	19 55	20		37 44	13 26 42	14 5 8 − 6	13 26 44,2
	6, 7	19 59	20		41 42,5	15 3 58	16 1 2 − 1½	15 3 55,8
	7	20 1	20 42 59,5	43 24,5	43 48,5	28 21 52	30 4 1 + 2	28 21 48,9

15 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	Parties sec.	D. M. S.
21 Renard.	6	20 5	20 46 46,5	47 12	47 38,5	20 49 8	22 3 5 — 2	20 49 6,7
	7	20 6	20	48 41,5	49 6,5	27 55 15		
	7, 8	20 7	20	48 56	49 21	28 7 0		
	8	20 9	20 50 47	51 11,5	51 35,5	28 19 17	30 3 5 + 6½	28 19 15,2
25 Renard.	6	20 12	20 54 12,5	54 37	55 2,5	25 6 1	26 12 6 — ½	25 6 0,9
h Cygne.	6, 5	20 15	20 56 37	57 3,5	57 30,5	17 22 3	18 8 6 + 5	17 22 1,6
	8	20 18	20 59 38	0 7,5	0 38	9 10 12	9 12 8 + 1	9 10 12,7
	6, 7	20 20	21	2 15,5	2 50,5	0 12 6	0 3 7 — 1½	0 12 6,6
ω² Cygne.	6	20 23	21 4 37	5 11,3	5 46,5	0 38 32	0 10 15 + 6	0 38 33,1
ω³ Cygne.	6	20 24	21		7 3,5	0 22 34	0 6 7 — 2½	0 22 35,4
	7	20 26	21	8 40	9 13,5	2 54 53	3 1 2 + 0	2 52 43,3
	8	20 30	21 11 39	12 10,5	12 41,5	6 47 16	7 3 13 + 6½	6 47 18,7
α Cygne.	2	20 34	21 15 22,5	15 54,3	16 26,7	4 21 29	4 10 6 0	4 21 28,5
	6, 7	20 45	21 26 31,5	26 59	27 26,7	16 14 44	17 5 4 — 2	16 14 40,4
γ Cygne.	4, 5	20 49	21 30 28	30 58	31 28,5	8 31 46	9 1 9 + 2	8 31 46,6
	6, 7	20 52	21	34 27	34 55,5	13 41 0	14 9 8 + 6½	13 41 0,4
	6, 7	20 54	21 36 3	36 32	37 1,5	11 3 34	11 12 12 0	11 3 34,5
	6	20 57	21 38 35	39 4	39 33,3	11 10 21	11 14 11 0	11 10 23,1
	7	20 57	21 38 37	39 5,5	39 34,5	11 10 15		
			21		41 46	19 31 37	20 13 4 + 4½	19 31 39,4
	8	21 2	21 43 59,5	44 25,5	44 52,5	20 1 57	21 5 14 + 5	20 1 59,3
ζ Cygne.	6, 5	21 4	21		46 1,5	19 31 6		
	7	21 5	21	46 47	47 13,5	19 51 9	21 2 13	19 51 8,3
	6	21 9	21 50 17,5	50 46,5	51 16,3	10 22 26	11 1 1 — 3	10 22 26,1
	7	21 10	21		53 5,5	11 32 13	12 4 14 + 5	11 32 13,3
	7	21	21	55		17 10 0		
	7	21 14	21	56 28	56 57	12 22 59	13 3 5 + 6	12 22 59,7
		21 14	21	56 54,5	57 23	12 26 12		
69 Cygne.	7	21 16	21		59 17	13 7 41	14 0 1 — 5	13 7 38,2
70 Cygne.	6	21 17	22		0 52,5	12 41 4	13 8 8 — 5	12 41 3,0
g Cygne.	6	21 20	22	3 19,3	3 52	3 16 43	3 7 15 + 5	3 16 44,3
	7	21 24	22	7 3	7 36	3 58 15		
ϛ Cygne.	6	21 25	22 7 10,5	7 43	8 15,5	4 13 42		
	7	21 28	22		10 13,5	4 27 30	4 12 1 + 5	4 27 24,4
	8	21 31	22 12 52,5	13 24,5	13 56,5	5 24 42	5 12 6 — 1	5 24 44,4
	7	21 34	22	15 44	16 16,5	4 5 8	4 5 12 — 6	4 5 6,9
	7, 8	21 36	22 17 32	18 5,5	18 38,5	2 59 58	3 5 3 — 3	3 59 54,4
π Cygne.	6, 5	21 38	22 20 5	20 39	21 14,5	0 33 29	0 9 8 + 6½	0 33 30,4
	7	21 42	22 23 31	24 0,5	24 30,5	10 20 22	11 0 7 + 5	10 20 22,3
	7, 8	21 46	22 27 31,5	27 59	28 27,5	13 44 21	14 10 7 + 7½	13 44 19,2
	7, 8	21 49	22		31 12,5	1 13 39	1 4 15 + 6	1 13 42,5
54 Poissons.	6	0 28	1 9 37,5	10 1	10 26	28 46 44	30 11 2 + 7	28 46 43,7
55 Poissons.	6	0 29	1 10 2,5	10 27	2	28 36 38	30 8 4 + 6	28 36 36,2
	6, 7	0 32	1 13 4,5	13 28,5	13 52,5	33 22 46	35 9 11 — 1	33 22 47,5
58 Poissons.	6	0 35	1 17 16	17 39,5	18 3,5	38 3 58	40 9 10 + 5	38 3 55,3
δ Poissons.	4	0 37	1		19 41	42 26 58	45 4 7 + 5½	42 26 56,5
	8, 9	0 40	1	22 11	22 34,5	37 15 9		
66 Poissons.	6	0 43	1 24 29	25 3	25 27,3	30 50 50	32 14 7 + 6	30 50 51,4
	6	0 45	1 27 9	27 34	27 59,5	26 36 53	28 6 3 + 6½	26 36 51,7
	9	0 48	1	30 27	30 56,5	12 14 50	13 1 0 + 3	12 14 48,9
	6, 7	0 51	1 32 27	32 53,5	33 20,5	18 13 33	19 7 0 + 8	18 13 29,6
	7	0 52	1		34 59	20 21 48	21 11 8 + 7½	20 21 48,3
	7	0 56	1 37 31	37 57,5	38 24,5	18 0 44	19 3 6 + 8	18 0 44,9
	6, 5	0 59	1 40 40	41 5,5	41 32	18 35 47	19 13 6 — 4	18 35 42,3
87	6	1 3	1	44		33 52 28		
	9	1 5	1	47 5	47 29,5	28 57 4	30 14 1 + 6½	28 57 2,8
υ 90.	6	1 7	1	49 29,5	49 55,5	22 44 28	24 4 2 — 5	22 44 28,1
91.	6	1 8	1	51		21 15 38		
ξ	6	1 14	1 56 6,5	56 31	57 5	30 44 4		
	6	1 15	1	57 6		30 44 42	32 12 11 + 5	30 44 41,3
96	7	1 17	1	59 38,5	60 2,5	42 40 52	45 8 7 — 4½	42 40 50,3
55 cat. Mayer.	9	1 20	2	2	2 34	39 5 14		
	7	1 23	2 4 38,5	5 1,5	5 26	31 30 35	33 9 12 + 0	31 30 31,6

15 octobre 1784.		H.	M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES SEC.	D. M. S.
π Poissons.	6	1	25	2 7 10,5	7 33,5	7 57,5	37 44 42		
	7	1	26	2	8 6,5	8 30,3	37 53 18		
	7	1	28	2	10		33 33 22		
106 ν Poissons.	5	1	30	2	12 3	12 26	44 27 57	47 6 14 + 2	44 27 57,2
	8	1	33	2 14 38	15 2,3	15 26,5	29 51 51	31 13 11 — 4	29 51 48,2
	9	1	35	2		17 10	33 32 11		
	7	1	38	2 19 42	20 7	20 31,5	27 40 4	29 8 3 — 1	27 40 1,1
γ Bélier.	4	1	42	2 23 10,5	23 34,5	23 58,5	30 37 49		
Andromède.		1	44	2		25 43	12 41 4		
	6	1	48	2 29 6	25 30,5	29 55,3	28 51 43	30 12 9 + 0	28 51 40
11 Bélier.	7	1	51	2 32 52,5	33 17,5	33 43,5	23 58 40	25 9 5 + 8	23 58 41
58 Andromède.	6	1	55	2 36 54	37 22,3	37 51.5	12 2 41	12 13 9 + 0	12 2 40,8
59.	7, 8	1	57	2	39 42	40 11,5	10 51 37	11 9 5 + 6	10 51 35,4
	11	2	0	2 42 25	42 49		29 33 51		
	9	2	1	2		44 11	30 16 2		
	7, 8	2	4	2 46 27,5	46 52	47 17	26 6 15	27 13 8 + 1½	26 6 14,2
	6, 7	2	9	2	51 19,5	51 50	8 27 58	9 0 8 — 1	7 27 59,5
d du Triangle.	6	2	14	2 56 7,5	56 34	57 0,5	18 2 45	19 4 0 — 4	18 2 41,8
	7	2	17	2 58 44	59 11,2	59 39	16 0 20	17 1 2 + 6	16 0 18,3
	7, 8	2	20	3 1 17,5	1 44,5	2 12,3	15 17 20	16 4 15 + 0	15 17 21,5
15 Triangle.	6, 7	2	22	3 4 7	4 3 ,5	5 2,5	15 8 6	16 2 5 — 3	15 8 4,8
	7, 8	2		3 4 11	4 38		15 5 54		
	8, 9	2	25	3 7 10,5	7 37,5	8 5,5	16 23 47	17 7 13 + 3	16 23 45,9
Persée.	6	2	28	3 10 3,5	10 32,5	11 2,5	9 36 12	10 3 14 + 6	9 36 3,4
37, ο Bélier.	6	2	33	3		14 34	32 1 19	34 2 8 + 0	32 1 27,3
	9, 10	2	35	3 16 46	17 9.7	17 31,5	30 13 46		
Australe du Lys.	3	2	37	3	19 9,5	19 36,3	22 50 22	24 0 2 — 5	22 50 21,4
	6	2	39	3	21 28	21 51,5	34 40 44	36 15 14 — 6	34 40 42,6
	7	2	41	3		23 28	33 16 10		
52 Bélier.	6, 7	2	43	3 26 10	25 34	25 58,5	31 24 59	33 8 2 + 6	31 24 54,9
	6	2	45	3		28 0	45 14 11	48 4 10 + 6	45 14 9,8
λ Bélier.	6	2	48	3 29 37,5	30 0,5	30 24,5	40 49 21	43 8 11 — 3	40 49 14.5
α Baleine.	2	2	51	3 32 27,5	32 50,5	33 13,5	45 37 17	48 10 10 — 5	45 37 16.2
β Persée.	2, 3	2	54	3 35 32,5	36 2,5	36 33	8 45 44	9 5 9 — 5	8 45 43,3
55 Bélier.	7	2	56	3		38 56,5	20 37 39		
α Fourneau.	3	3	3	3 44 10,5	44 37	45 3	78 38 17	83 14 1 + 0	78 38 11,3
	6	3	7	3 49 17,5	49 51		0 27 6		
α Persée.	2, 3	3	9	3	50 50	51 26,3	89 48 5		
	6	3	13	3 54 4,5	54 38,3	55 13,5	0 35 4	0 9 15 + 5	0 35 1,2
	5	3	15	3		57 51	1 38 35		
	6	3	17	3	59 24	59 49,5	1 36 22	1 11 6 + 6½	1 36 20,9
	7	3	19	4	1 16	1 46	9 42 58	10 5 13 + 4	9 43 0,1
	7	4	53	5		35 5	29 22 19		
	6	4	55	5 36 24,5	36 49,5	37 14,5	24 54 22	26 9 1 — 5	24 54 16,6
Chèvre.	1	5	1	5 42 4,5	42 37,5	43 10,5	3 7 22	3 5 4 + 7	3 7 19,4
Rigel.	1	5	4	5 45 33,5	45 56,5	46 19,5	57 18 40	61 2 2 — 1	57 18 42,2
	6, 7	5	8	5		50 3,5	8 4 51	8 9 14 + 7	8 4 50,0
σ Cocher.	5, 6	5	10	5	51 59,5	52 19,5	11 42 38	12 7 14 — 2	11 42 34,1
β Taureau.	2	5	13	5	54 29,5	54 56,3	20 27 53	21 13 4 — 0½	20 27 50,4
	7	5	15	5 56 49,3	57 13	57 37,3	33 11 18	35 6 7 — 6	33 11 16,9
	6, 5	5	19	6 0 11,5	0 34,5		50 7 49		
δ Orion.	2	5	21	6 2 24,3	2 46,5	3 10	49 19 43	52 9 13 + 8	49 19 37,8
122 Taureau.	7	5	24	7 5 59,5	6 23	6 47,5	31 58 29	34 1 11 + 0	31 58 26,0
125.	6, 7	5	26	6		8 38	23 6 41	24 10 7 — 3½	23 6 38,2
		5	32	6 13 56	14 19,5	14 44	32 53 22	36 1 5 — 1	32 53 20,9
		5	35	6	16 42	17 6	31 14 3	33 5 1 — 2	31 14 0,9
134.	6	5	37	6	19 16,5	19 40,5	36 17 49	38 11 7 + 5	36 17 47,6
137.	6	5	39	6	21 57,5	22 21,5	34 45 49	37 1 5 — 6	34 45 45,9
β Cocher.	2	5	43	6 25 0,5	25 32,5	26 5,5	3 58 34	4 3 14 — 3	3 58 34,4
140. Taureau.	7, 8	5	47	6 28 49	29 14,5	29 39.5	26 0 5	27 11 12 + 1	26 0 4.5
H Gémeaux.	5	5	51	6 32 26,3	32 50,5	33 16	25 36 4	27 5 2 — 4	25 36 42,1
	7, 8	5	53	6 35 4,5	35 29,5		25 13 44		
	7, 6	5	56	6 37 58,3	38 22	38 47,5	26 39 45	28 7 0 + 4	26 39 40,6

15 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	Parties sec.	D. M. S.
	6	5 59	6	41 4,5	41 29,5	25 55 49	27, 10 8 + 7	25 55 46,8
η Gémeaux.	4, 5	6 2	6 43 17	43 41,5	44 6,5	26 19 2	28, 1 2 + 1	26 18 58,3
	7	6 7	6 49 3,5	49 28		27 42 6	29, 8 12 + 2	27 42 2,7
	7	6 8	6 49 46	50 10,5		27 39 21	29, 8 0 − 4	27 39 18,5
	6	6 12	6	54 15,5	54 41,5	25 26 25	27, 2 3 − 1	25 26 25,4
	6	6 15	6	56 57,5		28 15 30		
γ Gémeaux.	— 4	6 16	6		58 24	28 32 11	30, 7 0 + 5	28 32 11,6
	6	6 18	7	0 30	0 54,5	31 47 37	33, 14 9 + 8	31 47 34,8
49 Cocher.	5, 6	6 21	7	3 26	3 51,5	20 42 0	22, 1 4 + 6	20 41 59,7
63 Cocher.	6	6 24	7 6 4	6 30,5	6 57	19 43 14	21, 0 9 + 6	19 43 19,7
	6	6 29	7 10 21	10 45	11 9,5	32 17 5	34, 6 15 + 7	32 17 0,4
Sirius.	1	6 34	7 16 58,5	17 23	17 47	65 16 15	69, 9 15 + 5,5	65 16 16,7
	6	6 41	7 23 54,5	24 17,5	24 41,5	35 25 45	37, 12 10 + 3	35 25 41,1
	6	6 46	7 26 53	27 18,5	27 44	22 31 31	24, 0 7 − 3	22 31 29,3
	6	6 48	7 29 17	29 45,5	30 5,5	32 30 25	34, 10 12 + 6½	32 30 24,1
	6, 7	6 50	7	31 42	32 6,5	30 49 20	32, 14 0 + 6,5	30 49 19,6
	7	6 52	7	35 41,5	35 7,5	20 22 54	21, 11 13 + 8	20 22 54,7
τ Gémeaux.	4, 5	6 58	7 38 45,5	39 12,5	39 39,5	18 17 35	19, 8 3 + 5½	18 17 37,6
51 Gémeaux.	6, 5	7 0	7 42 24,5	42 48	43 12,5	32 21 30	34, 8 4 − 1	32 21 29,2
δ Gémeaux.	3	7 8	7 48 38,5	49 3,5	49 28,5	26 30 30	28, 4 6 + 6	26 30 28,9
Herschel.	—	7 10	7 52 48,5	53 12,7	53 38	26 1 13	27, 12 1 + 1½	26 1 10,9
Therm. 5°								
Bar. 28 p. 1 l. ¾.								
16 octobre 1784.								
Therm. 8° ¾								
Bar. 28 p. 2 l.								
Soleil		13 28	2 8 8	8 31,3	8 54,5	58 21 21	62 3 15 + 1	58 21 21,6
					11 6	57 49 5	61 10 12 + 4	57 49 6,6
Vénus.		14 40	5 19 53,3	20 16,7	20 41	64 7 46	68 6 7 + 5	64 7 42,9
Lyre.	1	18 30	19 10 55,3	11 24,3	11 53,5	10 16 55	10, 15 8 − 5	10 16 54,5
	— 7	19 34	20 15 31	16 1	16 31	9 55 58		
	— 6	19 34	20 15 52,5	16 21,5		9 7 14	9 11 11 − 5	9 7 15,3
	— 6	19 36	20		18 45	12 1 52	12 13 5 + 4	12 1 52,1
χ Cygne.	5	19 38	20		29 27	15 38 11	16 10 14 − 2	15 38 1,9
α Aigle.	1, 2	19 40	20	22 2,7	22 26	40 33 7	43 4 1 + 6	40 33 7,9
12 Renard.	6	19 42	20		23 59	26 47 44	23 9 5 + 0	26 47 44,4
	6	19 46	20	27 9	27 54,5	25 6 16	26 12 7 + 2	25 6 15,5
	7, 8	19 55	20 36 44,5	37 1,5	37 41	13 26 46	14 5 8 − 5	13 26 45,2
27 b du Cygne.	6	19 58	20	40 7,5	40 35,5	13 29 6	14 6 2 + 5	13 29 7,0
17 θ de la Flèche.	7	20	20 41 49	42 13	42 38,5	23 5 2		
	7	20 1	20	43 21	43 46,5	28 21 54	30 4 1 + 6	28 21 52,9
	6, 7	20 2				23 1 28		
	7, 8	20 5	20 46 43	47 8	47 32,5	27 32 19		
		20 6	20	48 39	49 4	27 55 15		
		20 9	20 50 44	51 9		23 19 12		
		20		51 19		28 0 35		
25 du Renard.	6	20 13	20	54 34	54 59,5	25 6 0	26 12 6 − 3	25 5 57,4
	7	20 15	20	57 8	57 31	46 35 44	49 11 4 − 5	46 35 43,0
	8	20 18	20	59 47	0 2,5	25 46 45	27 7 15 + 4	25 46 43,3
	7	20 21	21 2 43	3 7,5	3 32	28 58 51	30 14 9 + 3	28 58 49,8
	7	20 22	21	4 31	4 57	23 47 0	25 5 14 + 5	23 46 59,3
ζ Dauphin.	5	20 25	21 6 58	7 1,5	25,5	34 55 30	37 4 0 + 6½	34 55 25,3
	6	20 30	21 11 27,5	11 5,5	12 20	19 1 54	20 0 1 + 2	19 16 53,6
α Cygne.	2	20 34	21 15 19,3	15 51,5	1 23,5	4 21 30	4 10 6 + 1	4 21 29,5
	— 7	20 41	21	22 28	22 56,5	14 5 54	15 0 10 − 5	14 5 51,8
	6, 7	20 44	21 25 24,5	25 51	23 17,5	20 1 25	21 5 12 − 3	20 1 24,9
	6	20 45	21		27 23	16 4 42	17 5 4 − 4½	16 14 57,9
	6	20 49	17 30 1,5	30 26	0 50,5	27 22 0	29 3 1 − 4	27 21 57 0
	7	20 49	21 30 48		31 37	27 20 45	29 2 11 + 1	2 20 29
	— 6	20 52	21 33 56	34 24,5	34 52,5	13 41 1	14 9 8 + 6½	13 41 0,4
	6, 7	20 55	21	36 29	37 59	11 3 35	11 2 12 + 0	11 3 34,5
	6, 7	20 56	21 38 52,5	38 1,5	39 30,5	11 1 23	11 14 11 + 0	11 10 23,1

16 octobre 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S	D. M. S.	PARTIES SEC.	D. M. S.
	6	20 59	21	41 17,5	41 43,5	19 31 37	20 13 4 + 3	19 31 37,9
	8	21 3	21 43 57	44 23 5	44 49 5	20 2 2		
ζ Cygne.	5, 4	21 4	21	45 32,5	45 58,5	19 31 8	20 13 2 + 0	19 31 8 6
	7	21 5	21		47 11	10 51 9	21 2 13 — 1	10 51 7,3
66 υ Cygne.	6	21 9	21 50 22,5	50 50	50 18	14 52 19	15 13 13 + 0	14 51 18,6
	7, 8	21 11	21	52 33	53 2,5	11 32 16		
	7	21 12	21	54 4	54 31	17 9 59	18 4 15 + 7	17 9 58,5
	7, 8	21 15	21 55 57	56 26	56 54,5	12 25 1		
	7	21 16	21 56 23	56 51		12 26 13	13 4 4 + 2	12 26 13,5
69 Cygne.	7	21 17	21		59 14	13 7 41	14 0 0 + 8	13 7 38
70 Cygne.	6	21 19	22		0 50	12 41 8		
g Cygne.	6, 7	21 22	22 2 43	3 16,5	3 40,5	3 16 44	3 7 15 + 5	3 16 44,3
	7	21 25	22	7 0,5	7 33	3 58 13		
	7	21 28	22	9 38	10 10	4 27 34	4 12 2 — 5	4 27 32,6
	8	21 32	22 12 50	13 21,5	13 53	5 24 47		
	7, 8	21 34	22	15 41,5	16 14,3	4 5 11		
	7, 8	21 36	22	18 2,3	18 35,3	2 59 55	3 3 3 — 5	2 59 52,4
	6	21 39	22		21 11,5	0 33 30	0 9 8 + 7½	0 33 31,4
	7	21 42	22 23 28	23 57,3	24 27,5	10 20 22	11 0 7 + 6	10 20 23,5
	7, 8	21 46	22 27 28	87 56	28 24,5	13 44 18	14 10 7 + 7½	13 44 19,2
28 Verseau.	6	21 50	22	31		49 15 51	52 9 1 — 5	49 16 45,6
α Verseau.	3	21 54	22		36 50	50 13 2	53 9 0 + 5	50 12 58,4
35 Verseau.	6	21 56	22		39 15,5	68 24 12	72 15 7 — 5	68 24 11,3
38 e Verseau.	6	22 0	22			61 27 57		
Verseau.	8	22 5	22	43 37,5		60 50 0		
Jupiter.		22 9	22	44 32	44 56,5	62 13 12	66 5 14 + 2	62 13 11,3
	7	22 13	22 53 4	53 27,5	53 51,5	64 52 6	69 3 1 + 2	64 52 3,0
50 Verseau.	6	22 13	22		55 0,5	63 27 38	67 11 1 — 4	63 27 34 5
	6	22 15	23 0 33,5	0 56,5	1 20,5	60 37 25	64 10 10 + 1	60 37 22,2
	7		23 4 4	4 27	4 51,5	59 33 48	63 8 9 — 5½	59 33 45,7
63 Verseau.	6, 5		23 7 55,5	8 18,7	8 41,5	54 11 16	57 12 13 — 5	54 11 12,6
17 nov. 1784.								
α Aigle.	1, 2	19 40	20 20 49,5	21 12,5	21 36,5	40 33 11	43 4 1 + 5½	40 33 7,4
66 Aigle.	5, 6	20 2	20		43 22,5	50 30 5	53 13 14 + 3	50 30 4,8
	7	20 17	20 57 56,5	58 20,3	58 43,5	46 37 31	49 11 12 — 5	46 37 28,5
ω 1 du Cygne.	5	20 20	21		1 59,3	0 12 4	0 3 7 — 5	0 12 0,1
	6		21	3 52	4 16,5	38 17 3	40 13 6 — 3	38 16 58,3
	6, 7	20 27	21 7 13,5	7 46,5	8 19,7	2 54 50	3 1 12 — 3½	2 54 50,6
	7, 8		21	10 39,5	11 5,5	36 11 42	38 9 12 — 4½	36 11 42,1
	6	20 52	21		13 25,5	32 6 24	34 3 15 + 3	32 6 23,6
	6		21 15 53	16 27,7	17 4	89 18 12	95 4 2 — 5	89 18 10,1
	8		21	20 18	20 52	3 7 32	3 5 5 + 7	3 7 32,6
	6	20 43	21 22 49	23 15 5	23 41,5	21 25 4	22 13 8 + 6½	21 25 4,2
32 Renard.	5		21 25 53	26 17,5	26 44,5	21 37 17	23 5 0 + 4½	21 37 2[illegible],4
	6, 7		21 28 51	29 14	29 37,5	45 23 2	48 6 9 — 5	45 23 0,0
61 Cygne.	6	20 57	21 37 43	38 11	38 40	11 10 19	11 14 11 — 4½	11 10 18,6
	9, 10		21 42 24	42 46,5	43 10	47 5 30	50 3 11 + 1	47 5 28,8
	7		21 46 1,5	46 24	46 47,5	51 21 14	54 12 7 — 2	51 21 11,5
67 du Cygne.	6	21 19	21	49 53,5	50 23,5	10 22 24	11 1 0 + 6	10 22 21,9
	7		21	53 33	54 3	9 25 17	10 0 13 — 3	9 25 18,4
	7	21 16	21	56 5	56 31,5	18 51 7	20 1 12 — 1	18 51 8,1
	7, 8		22		0 7,5	37 50 25	40 5 13 + 0	37 50 21,1
	6, 7	21 21	22	1 42,5	2 6,3	37 39 54	40 2 13 — 3	37 39 50,3
	7	21 25	22	5 37	6 1,5	31 29 19	33 9 6 + 4	31 29 16,5
	7	21 29	22 10 36	10 59	11 22	39 13 10	41 13 5 + 5	39 13 8,1
	6	21 31	22 12 35,5	12 58	13 22,5	39 0 51	41 9 13 + 4	39 0 48,8
	7	21 34	22 16 56,3	17 20,3	17 44	36 7 58	38 8 10 + 7	36 7 56,3
	7	21 38	22 21 21	21 51,5	22 22	8 43 20	9 4 13 + 8	8 43 13,1
	7	21 43	21	25 14	25 40	21 31 53	22 15 8 — 6	21 31 53,5
	8, 9	21 46	22 28 5,5	28 30	28 54,5	29 35 0	31 8 14 + 1	29 34 58,2
	6, 7	21 49	22 31 28,5	31 55,3	32 22,3	16 53 46	18 0 6 — 3	16 53 46
	7	21 54	22	35 12,5	35 44	5 15 30	5 9 12 — 4	5 15 27,6

15 nov. 1784.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES SEC.	D. M. S.
	8	21 57	22 37 26	37 39	38 12,5	40 14 19	42 14 11 + 7	40 14 15,1
	6, 7	22	22 40 37,3	41 0,5	41 25,5	30 17 48	32 5 1 + 0	30 17 47,9
	7	22 5	22 45 13,5	45 57,3	46 3	27 24 26	29 3 12 + 0	27 24 26,0
	7, 8	22 7	22	47 30	47 55	27 2 17	28 13 7 + 4	27 2 18,5
	6	22 11	22 51 31,5	51 57,5	52 23	23 0 42	24 8 12 − 3	23 0 42,7
33 Pégase	6	22 13	22 53 51	54 15,5	54 40,5	29 6 7	31 0 11 − 6	29 6 4,0
	6		22		56 59,5	31 30 43	33 9 13 − 3	31 30 41,8
	7	22 18	22 58 37	50 2,2	59 27,5	25 10 8	26 13 9 − 5	25 10 10,8
	6, 7	22 22	23 2 16	2 32	2 58,5	20 25 28	21 12 9 + 4½	20 24 29,4
	5, 6	1 26	2 6 57	7 28	8 0,5	5 35 26	5 15 6 + 5	5 35 23,2
	6	1 30	2		11 5,5	14 45 7	15 11 3 + 6	14 43 10,9
	8	1 37	2 18 51	19 15,5	19 40,5	27 40 5	29 8 3 + 5½	27 40 5,6
	9	1 43	2 23 50	24 13,5	24 37,3	36 10 21	38 9 5 + 4	36 10 18,4
	7	1 46	2 27 35	27 18	28 21,5	51 58 25	55 7 0 + 0	51 58 21,6
		1 49	2	30 33	30 57	26 31 13	28 4 10 − 4	26 31 11,6
15 du Bélier	6, 5	1 56	2	38 9,5	38 35,5	23 57 18	25 8 13 + 7	23 57 20,9
	7	2 2	2 42 31,5	42 55,5	43 19,5	30 16 6	32 4 9 + 1	30 16 3,4
	7	2 4	2 45 36	46 0,5	46 25,3	26 6 16	27 13 8 + 5	26 6 17,7
	7	2 6	2	48 28,5	48 55	19 40 46	20 15 13 + 6	19 40 41,4
	7	2 12	2 54 7,5	54 32,5	54 58	24 41 30		
	6, 7	2 15	2		57 36,5	19 55 1	21 3 14 + 5	19 54 57,4
14 Triangle.	5, 6		2 59 30,5	59 58,5	0 26,5	13 41 22	14 9 10 + 1	13 41 21,3
	6	2 22	2 2 55,5	3 23,5	3 52	12 30 47	13 5 9 − 5½	12 30 42,8
	7		3		6 36	11 43 37		
q Persée.	6		3 9 11,5	9 41,5	10 11,5	9 36 6	10 3 14 − 3	9 36 4,4
Thermom. 9°.								
Barom. 28 p 1 l.								
23 nov. 1784 *.								Otez 1' 47".
	6, 7	20 58	21	37 48	38 12,5	22 47 53	24 5 1 + 6½	22 47 54,4
ζ du Cygne.	5, 6	21 5	21 44 4,5	44 30,5	44 57,3	19 31 7	20 13 2 − 1	19 31 7,6
67 du Cygne.	6	21 9	21 49 13,5		50 21	10 22 21	11 1 0 + 6	10 22 21,9
	7		21		56 20	18 51 7		
β du Verseau.	5	21 20	22 0 31	0 54	1 17,5	55 21 49	59 0 14 − 1,5	55 21 48,1
	6		22	3 25,3	3 50	69 52 11	74 8 7 − 2	69 52 7,8
ε Capricorne.	4	21 26	22	5 41	6 5,5	69 15 25	73 14 0 − 5	69 15 23,1
λ Capricorne.	5	21 25	22 15 13	15 36,5	16 0,5	61 11 44	65 4 6 + 5½	61 11 43,4
	6, 7		22	37 43,5	38 7,5	61 30 25	65 9 11 + 5½	61 30 24,0
	6		22		40 11	61 27 49	65 8 15 + 7	61 27 47,3
	7		22 45 2	45 27,2	45 51,5	27 24 18	29 3 11 + 6½	27 24 19,3
	7, 8		22 47 22,5	47 47,5	48 12	27 32 46	29 6 2 − 3	27 32 44,0
Jupiter.			22	49 17	49 41,3	61 34 56	65 10 14 + 6	61 34 34,5
33 Pégase.	6	22 15	22 53 40,5	54 4,5	54 29,5	29 6 1	31 0 10 + 1½	29 5 58 3
			22 55 40	56 4,5	56 28,3	31 30 37	33 9 12 + 5½	31 30 27,1
			22 58 26	58 50,5	59 16	25 9 55	26 13 8 − 5	25 9 52,7
			23 8 50		9 37	30 27 6		
ζ Pégase.	3	22 31	23 11 6,3	11 29,3	11 52,5	39 9 5	41 12 2 + 6,5	39 8 59,1
η Pégase.	3	22 33	23	13 40,5	14 6,5	19 46 6	21 1 6 + 1	19 46 6,0
λ Pégase.	4		23 16 31,5	16 56,2	17 21,5	26 25 48	28 3 1 − 2	26 25 44,0
Therm. 5°½.								
Barom. 28 p. 3 l.								
28 nov. 1784.						**		Otez 1' 40".
Lyre	1	18 30	19 9 46,5	10 15,5	10 44,7	10 16 59	10 15 8 + 0	10 16 59,5
α Aigle.	1, 2	19 40	20 20 31	20 54	21 17 5	40 53 11	43 4 1 + 6½	40 53 8,5
β Aigle.	3, 4	19 45	20 24 58	25 21	25 44,5	42 58 54	41 13 9 − 4	42 58 51,8
α Cygne.	2	20 34	21	14 41,7	15 14,5	4 21 23	4 10 6 − 5	4 21 23,5
ε Cygne.	3	20 35	21 17 39,5	18 6,5	18 34,3	15 41 54	16 11 15 − 3½	15 41 54,6
3 Petit Cheval.	6	20 54	21 34 5,5	34 27,5	34 51,5	44 12 13	47 2 7 − 5½	44 12 13,7

* La pendule retarde de 9",8 par jour.

** Il faut ajouter 7" aux distances, à cause de la situation du fil à plomb.

28 nov. 1784.		H.	M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES SEC.	D. M. S.
61 du Cygne.	6	20	56	21	57 52	38 22	11 10 19	11 14 11 − 6	11 10 17,1
	7			21	43 1,5	43 29,5	13 26 37	14 5 7 + 0	13 26 37
	7			21		45 16	13 57 5	14 14 1 + $5\frac{1}{2}$	13 57 1,8
	7, 6			21	45		13 7 8		
	6, 7			21 48 26,5	48 56,5	49 27,5	7 30 51	8 0 4 − 5	7 30 47,7
67 du Cygne.	6	21	9	21	48		10 22 22	11 1 0 + 5	10 22 20,9
	8			21		51 53 5	39 26 6	42 1 0 + 3	39 26 3,3
	7			21 55 19,5	55 46	56 13	18 51 7	20 1 12 − 6	18 51 3,1
35 Renard.	6	21	19	21 58 23	58 48,5	59 14,5	22 11 22	23 10 11 + $5\frac{1}{2}$	22 11 23,9
	7			22 5 18,5	5 51,5		3 58 9		
ρ du Cygne.	4	21	26	22		7 2,5	4 13 40	4 8 3 − 5	4 13 42,1
Therm. 5°.	8, 9			22 10 10	10 41		6 32 50		
Bar. 23 p. 2 l. $\frac{1}{4}$.	6, 7			22 11 51	12 22	12 53	6 34 13	7 0 2 + 4	6 34 15 4
28 déc. 1784 (a).									
Therm. — 3°.									
Bar. 27 p. 1 l.									
Lyre.	1	18	30	19 9 24,5	9 53,5		10 17 11	10 15 9 − $4\frac{1}{2}$	10 17 8,2
Soleil		18	33	19 11 17	11 41,3	12 6	72 21 31	77 2 14 + $6\frac{1}{2}$	72 21 27,9
				19	14 4,5	14 31	71 48 55	76 9 10 + 5	71 48 50,8
62 de Pégase.	6	23	10	23	50 16	50 41	26 18 11	28 0 15 − 5	26 18 12,8
β Poissons.	5	23	17	23		57 42	43 39 47	46 9 3 − 5	43 39 43
	7	23	21	0		1 31	51 17 44	54 8 9 + 5	51 7 41,2
	7	23	25	0 5 2,5		5 51	25 29 38	27 3 2 − 4	25 29 40,2
	7, 8			0 9 11	9 34	9 57,5	45 14 46	48 4 3 + 3	45 14 46,3
	7	23	34	0 14 29	14 53	15 18	29 38 37	31 9 15 − 5	29 38 36,2
	7			0 18 48	19 13,5	19 39,5	22 22 55	23 14 0 − 5	22 22 53,1
23 des Poissons.	6	23	42	0 21 22	21 46	22 10	28 23 25	30 4 8 + 7	28 23 26,2
Therm. — 4°.									
Bar. 27 p. 11 l.									
14 mars 1785 (b).									
Therm. 2°.									
Bar. 28 p. 1 l. $\frac{1}{2}$.									
Soleil		23	39	0	17 52		50 50 25	54 3 11 − 5	50 50 22,8
					20 2,5				
ε Orion.	2	5	26				50 12 48		
ζ Orion.	2	5	30	6 9 16	9 38,5	10 1,3	50 55 45	54 5 3 + 5	50 55 49,2
				6		16 20,2	21 19 37	22 12 0 − 5	21 19 36,3
				6		21 51	28 38 55	30 8 15 + 2	28 38 57,3
β Cocher.	2	5	44	6	23 33	24 5,5	3 58 18	4 3 12 + $4\frac{1}{2}$	3 58 15,5
				6			1 0 36		
				6	27 35,5	28 6,5	5 58 38	6 6 0 + 5	5 58 40,6
				6	29 23	29 54,5	5 53 53	6 4 10 + 7	5 53 52,6
H Gémeaux.	5	5	51	6			25 36 44	27 5 2 − 5	25 36 41,1
235 Mayer.	7, 8	5	56	6 35 58	36 22,5		26 39 46	28 7 0 + 4	26 39 40,6
3 des Gémeaux.	8			6	36		25 44 17	27 7 4 + 2	25 44 16,3
	7	5	59	6		39 8	26 58 17	28 12 5 − 5	26 58 12,2
η Gémeaux.	4			6 41 17	41 41,3	42 6,5	26 18 58	28 1 2 + 0	26 18 57,3
	6	6	8	9 47 12,5	47 36,3	48 0,3	34 8 25	36 6 11 − $5\frac{1}{2}$	34 8 25,1
μ Gémeaux.	5			6 49 20	49 44,5	50 9,7	26 15 45	28 0 3 + 3	26 15 42,6
	7, 8			6	52 15	52 41,5	25 26 26		
	7			6	54 45	55 10,5	27 57 49	29 13 4 − 4	27 57 45,9
	7			6 59 9,5	59 33,5	59 57,7	30 56 54	33 0 3 − 1	30 56 53,6
	7			7 2 59	3 22,5	3 45,5	31 54 46	34 0 10 + 0	31 54 41,8
γ Gémeaux.	5	6	24	7			32 18 2	34 7 4 + 0	32 17 59,3
Sirius.	1	6	36	7 14 58,5	15 22,5	15 46,5	65 16 45	69 10 1 + 5	65 16 42,6
θ Gémeaux.	4	6	38	7	18 23	18 51	14 40 12	15 10 6 − 4	14 40 9,5
	7			7 27 18	27 42	28 6	32 30 31	34 10 13 − 5	32 30 25,8

(a) Ajoutez 11″ aux distances, à cause de la situation du fil. La pendule retarde de 0″4 par jour.

(b) La pendule retarde de 2″,3 par jour.

14 mars 1785.		H. M	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	Parties sec.	D. M. S.
42 ω 1 des Gém.	6	6 49	7		29 31	24 21 50	25 15 13 + 1	24 21 51,4
	7		7 31 46	32 9,5	32 34	25 55 35	27 10 8 − 6	25 55 33,8
Herschel.	7		7	33 34	33 59	25 33 15	27 4 2 + 2	25 33 17,1
	7		7 37 23,5	37 49	38 15	21 40 39	23 2 0 − 5	21 40 41,9
m Gémeaux.						24 23 53		
64 Cocher.	5	7 3	7 42 21	42 51	43 22	7 37 44	8 2 3 + 4½	7 47 45,9
δ Gémeaux		7 7	7 46 39,5	47 4,5	47 29,5	26 30 27	28 4 6 + 5	26 30 27,9
	7, 8		7 49 56	50 19,5	50 45	25 31 39	27 3 11 − 6	25 31 36,8
ι Gémeaux.	4, 5	7 13	7		52 44	20 39 46	22 0 10 + 2	20 39 43,8
P Gémeaux.	6	7 15	7	54 45,3	55 10	27 0 4	28 12 13 − 4	26 59 58,6
	7		7	57 34	57 57	41 51 20	44 10 5 + 6	41 51 21,3
63 k Gémeaux.	6	7 21	8 0 43,6	1 7,5	1 31,5	32 55 36	34 12 4 − 2	32 55 32,0
	7, 8	7 25	8 4 35	4 58,5	5 25	24 2 36		
	7, 8		8		6 24	24 10 31	25 12 9 + 6	24 10 24,9
	7		8		8 18	25 22 11	27 0 15 + 7	25 22 9,8
		7 30	8 9 56,5	10 21	10 46	25 58 46	27 11 6 + 0	25 58 44,4
	7		8		12 44	28 3 7	29 14 12 + 0	28 3 6,3
	7, 8		9 10 14	11 41	11 8,5	16 3 8	17 1 15 + 3	16 3 6,7
11 ε de l'Hydre.	4	8 56	9		15 32,3	41 40 12	44 7 2 + 6½	41 40 9,4
19 mars 1785.								
ζ Orion.	2	5 30	6 9 4,5	9 27	9 50	50 55 44	54 5 3 + 0	50 55 44,2
32 υ du Cocher.	5	5 37	6 15 42,5	16 11,5	16 41	9 48 24	10 7 6 − 2	9 48 23,7
		5 42	6 20 51	21 16	21 40,5	28 38 56	30 8 15 − 1	28 38 54,3
H Gémeaux.	5	5 51	6 30 14,7	30 39,5	31 4,5	25 36 39	27 5 1 + 7	25 36 39,9
67 ν Orion.	4, 5	5 56	6			34 8 28		
ζ Grand Chien.	3	6 12	6 51 4,5	51 31,3	51 57,7	78 46 41	84 0 8 − 5	78 46 40,5
υ Gémeaux.	4	6 16	6	55 48,5	56 15	28 32 15	30 7 0 + 6½	28 32 13,1
	7		6	59 21,5	59 46,2	30 57 12	33 0 4 + 3	30 57 10,7
258 Mayer.	6, 7	6 22	7	2 6,5	2 30,5	32 30 57	34 10 14 − 7	30 30 36,9
γ Gémeaux.	2, 3	6 26	7 4 29,7	4 55,5	5 18,5	32 18 4	34 7 4 + 4	32 18 3,3
55 Cocher.	5		7		7 34,5	4 9 52		
	6		7	8 42,3	9 14,5	4 10 30		
Sirius.	1	6 36	7	15 11	15 35,5	65 16 41	69 10 1 + 1,5	65 16 39,1
16 Lynx.	6		7 20 58,3	21 30,5	32 3	3 31 20	3 12 2 − 2,5	3 31 20,1
	7, 8		7 24 24	24 48	25 12,3	30 41 54	32 11 15 − 5	30 41 53,1
	6, 7		7 27 17	27 31	27 55	32 30 26	34 10 12 − 7	32 30 10,6
	6, 7	6 50	7	29 45,5	30 9,5	31 54 5	34 0 7 − 3	31 53 59,3
ω² Gémeaux.	6, 7	6 53	7 31 33	31 57,5	32 23	25 55 7		
Herschel	6, 7		7	33 19,3	33 44	25 33 17	27 4 2 + 2	25 33 17,1
	7, 8		7	38 36	39 0	33 11 48		
	6, 7	7 2	7		41 20	23 48 25		
52 Gémeaux.	6, 7		7	41 8	41 33	23 38 0		
	7, 8		7	43 18	43 43	23 58 17	25 9 2 − 5	23 58 14,8
δ Gémeaux.	3	7 8	7 46 28,5	46 52,3	47 18	26 30 24	28 4 6 − 1	26 30 21,9
ι Gémeaux.	4, 5		7 51 31	51 56,5	52 23,3	20 39 48	22 0 10 + 1,5	20 39 43,3
	7	7 14	7	54 47	55 11	36 29 42	38 14 13 + 6	36 29 40,5
	6		7		57 49	36 25 48	38 13 11 + 5½	36 25 42,7
	7	7 20	8	0 39,5	1 6	19 44 8		
	7, 8	7 21	8		1 59	19 47 26		
	7	7 24	8	4 3	4 27,5	28 14 32	30 2 0 − 1	26 14 56,9
	6		8 6 16	6 39,7	7 3,5	30 43 9	32 12 4 + 4	30 43 8,0
			8 10 9,5	10 35		22 35 22		
β Gémeaux.	2	7 32	8		12 10,5	20 20 23	21 11 2 + 1,5	20 20 23,2
32	6	7 36	8 14 53	15 17,3	15 42,5	25 12 41	16 14 4 + 5½	25 12 36,4
		7 58	8		17 44	24 10 50		Bord supér.
Lune.			8 20 0	20 25,3	20 51	25 10 10	26 13 9 − 5	25 10 5,2
	7		8 26 20,5	26 46,3	27 13	19 1 6	20 4 9 + 3½	19 1 5,9
5 Cancer.	6	7 49	8	29		31 50 5		
7	6, 7		8	30 44,5	31 9,3	26 12 36	27 15 5 + 3	26 12 38
9 μ 1 Cancer.	5, 6	7 54	8	33 9,5	33 34,3	25 38 4	27 5 8 − 3	25 38 2,2
11	6		8	35 14,5	35 41	20 46 48	22 2 10 + 5½	20 46 49,2

19 mars 1785.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES SEC.	D. M. S.
	7, 8		8		37 45	31 14 2	33 5 1 — 5	31 13 57,9
	7		8	40 32	40 57,5	25 5 55	26 12 5 + 7½	25 5 54,7
	7		8 45 30	45 55,5	46 21	24 2 20		
19 λ Cancer.	6	8 8	8	47 20	47 45,3	24 11 7	25 12 12 + 2	24 11 6,5
			8 53 2,7	53 27,3	53 52,7	23 38 39	25 3 8 + 4	23 38 37,8
	7		8	56 29,5	56 55,5	21 58 28	23 7 0 + 6	21 58 28,1
33 Lynx.	6	8 21	9 0 0	0 28,5	0 57	11 43 52	12 8 3 + 7	11 43 54,1
	6		9 3 59,3	4 26	4 54	15 20 8	16 5 11 + 7	15 20 6,7
21 mars 1785(a).								
Therm. 6°. Bar. 28 p. 3 l.								Otez 1′ 40″.
Soleil		0 5	0 42 45	43 8,3	43 31,5	48 36 54	51 13 11 + 2	48 36 54,2
						48 4 39	51 4 8 + 1	48 4 35,2
α Taureau.	1	4 24	5 2 45,3	3 9	3 32,7	32 48 19	34 15 14 — 5	32 48 13,6
Chèvre.	1	5 1	5 39 49	40 22	40 55	3 6 58	3 5 3 — 5	3 6 54,2
Rigel.	1	5 4	5 43 18,2	43 40,5		57 19 6	61 2 4 — 6	57 19 3,6
β Taureau.	2	5 13	5	52 15		20 28 45	21 13 4 — 5	20 27 49,9
γ Orion.	2	5 14	5	53 8	53 32	42 43 20	45 9 2 + 3	42 43 22,8
δ Orion.	2	5 21	6 0 9,2	0 31,5	0 54,5	49 19 58	52 9 15 — 2	49 19 54,3
ε Orion.	2	5 28	6	4 48,5	5 11,3	50 12 48	53 8 15 + 5	50 12 45,3
ζ Orion.	2	5 30	6	9 24	9 48,3	50 55 44	54 5 3 — 1	50 55 43,2
π Cocher.	6	5 44	6 22 58,5		24 4,5	2 58 42		
H Gémeaux.	5	5 51	6	30 36,5	31 1,5	25 36 43	27 5 2 — 6	25 36 40,1
κ Cocher.	4, 5	6 2	6 40 46	41 12,3	41 39	19 18 42	20 9 9 + 5	19 18 42,1
μ Gémeaux.	3	6 10	6 49 6	49 30,5	49 55,5	26 15 47	28 0 3 + 5	26 15 44,6
ζ Grand Chien.	3	6 12	6			78 46 51	84 0 8 + 5	78 46 50,5
258 Mayer.	7	6 22	7	3		32 30 36		
50 Cocher.	5, 6	6 24	7	4 2,5		6 13 0	6 10 1 + 6	6 12 5,6
γ Gémeaux.	2, 3	6 26	7		5 15,3	32 18 4	34 7 4 + 1,5	32 18 0,8
55 Cocher.	5	6 28	7 6 26	6 58,3	7 30,7	4 9 54	4 7 1 — 1	4 9 48,7
56 Cocher.	6	6 31	7 10 15	10 46,7	11 18,7	5 6 11	5 7 1 + 6½	5 6 11,2
	6	8 35	7 14 11,5	14 40		11 8 25		
58 Cocher.	4, 5	6 36	7		15 36,7	6 51 35	7 5 1 + 2	6 51 34,9
59 Cocher.	6	6 39	7 17 16,7	17 46,5	18 16,3	9 46 4	10 6 11 + 2	9 46 2,6
	6	6 41	7	20 9,5	20 43,3	2 20 58	2 8 1 + 7	2 20 57,7
16 Lynx.	6	6 42	7	21 27,5	21 59,5	3 31 21	3 12 2 — 4	3 31 18,6
	7, 8	6 47	7 25 59	26 25	26 50,5	21 42 51	23 2 9 + 4½	21 42 50,0
ω Gémeaux	6	6 50	7 28 26,5	28 51,3	29 16,5	24 21 53	25 15 13 + 6	24 21 56,4
	7		7	30		30 49 21		
	5	6 52	7		31 19	28 0 0		
	7, 8		7 33 1	33 27,5	33 53,5	20 22 52	21 11 13 + 4,5	20 22 51,2
	8, 9		7	35 9	35 36	18 23 58		
λ Gémeaux.	6		7 36 32,5	36 58,5	37 25,5	18 17 30	19 8 3 — 5	18 17 27,1
	6, 7		7 40 11	40 35	40 59	32 21 36	34 8 4 + 3½	32 21 33,7
	8		7 42 49	43 15,3	43 40,5	23 58 17	25 9 2 — 3	23 58 16,8
δ Gémeaux.	3	7 8	7 46 25,5	46 50		26 30 29	28 4 6 + 6	26 30 28,9
5 Hydre.	5, 6	8 36	9 16 12	16 35	16 58	42 14 41	45 1 0 — 6	42 14 39,9
	7		9	20 35	20 58,5	42 43 41	45 9 3 + 7	42 43 40,0
ζ Hydre.	4	8 44	9 23 11	23 34	23 58,3	42 6 48	44 14 11 + 7	42 6 45,1
	7, 8		9	26 45,5	27 12	21 36 57	23 0 14 + 7	21 36 56,6
	7	8 49	9		28 57	20 8 8	21 7 10 + 1,5	29 8 4,9
	7	8 50	9 30 25,5	30 51,5	31 18	20 8 13	21 7 10 + 5	20 8 8,4
	6	8 51	9	32 [illegible]		9 34 34		
	6, 7		9	35 9,5	35 38	14 7 49	15 1 2 + 6,5	14 7 48,8
	6, 7	8 57	9	37 9,5	37 37	17 2 47	18 2 15 — 4	17 2 45,6
	7	8 59	9		39 50,5	29 57 21	31 15 4 — 1,5	29 57 23,3
	7	9 4	9 43 13	43 39,5	44 6,5	14 28 58	15 7 3 — 6	14 28 55,1
83 du Cancer.	7	9 7	9 46 7,5	46 31,5	46 56	30 15 47	32 4 8 — 1,5	30 15 47,7
	6, 7	9 9	9 48 32	48 56,3	49 20,5	32 35 47	34 12 5 — 5	32 35 42,2

(a) Il faut ajouter 22″ aux distances, à cause de la situation du fil, le résultat est 1′ 40″.

21 mars 1785.		H.	M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES SEC.	D. M. S.
	7	9	12	9 51 39	52 2,5	52 27	29 48 54	31 12 13 + 3	29 48 50,6
2 ω Lion.	6	9	17	9 56 7	56 30	56 53,5	38 53 4		
	7	9	18	9		58 9	26 7 33	27 13 14 0	26 7 31,8
				9 59 39,5	60 3,3	60 28,3	33 22 42	35 9 10 + 5,5	33 22 40,8
7 du Lion.	6	9	23	10	3 41,3	4 5	33 32 22	35 12 6 + $6\frac{1}{2}$	33 32 21,9
	7	9	26	10		6 47	27 36 47		
ψ Lion.	6	9	32	10 11 11	11 34,5	11 58,3	33 52 24	36 2 1 + $5\frac{1}{2}$	33 52 20,2
23 mars 1785.								Otez 1′ 45″.	
Therm. 2°.									
Bar. 28 p. 31.$\frac{3}{4}$									
Aldébaran.	1	4	24	5 2 42,5	3 6,5	3 30,5	32 48 17	34 15 14 − 3	32 48 15,6
Rigel.	1	5	4	5 43 14,5	43 37,5	44 0,5	57 19 0	61 2 3 + $3\frac{1}{2}$	57 18 59,9
	7	6	34	7 14 7,5	14 36,5	15 5,5	11 8 18	11 14 2 − 3	11 8 21,5
59 Cocher.	6	6	39	7 17 13,5	17 43	18 13	9 46 1	10 6 11 + 4	9 46 4,6
	7, 8			7 23 16	23 39	24 2,5	36 1 26	38 6 12 + 8	36 1 21,8
41 Gémeaux.	6	6	48	7	27 24	27 49	32 30 24	34 10 12 + 4	32 30 21,6
	6, 7	6	50	7		29 49,5	30 49 17	32 14 0 + $4\frac{1}{2}$	30 49 17,6
44 ω² Gémeaux.	6, 7	6	53	7 31 27	31 51,5	32 17	25 55 33	27 10 7 + 5	25 55 31,7
Herschel				7	33 15	33 40,5	25 33 20	27 4 2 + 5	25 33 20,1
τ Gémeaux.	5	6	58	7	36 56	37 22,5	18 17 25	19 8 2 + 6,5	18 17 25,4
51 Gémeaux.	6	7	1	7	40 31,5	40 55,5	32 21 30	34 8 4 − 4	32 21 26,2
	6, 7			7	41		23 37 38		
	8			7		43 38	23 58 12		
δ Gémeaux.	3	7	8	7 46 22,5	46 46,5	47 11,5	26 30 21	28 4 6 − $4\frac{1}{2}$	26 30 18,4
	5, 6			7 48 13	48 43,5	49 14,5	7 48 25	8 5 4 − 1	7 48 26,4
	6, 7			7		51 5,5	20 50 0		
	5			7	51 51,3	52 17,5	20 39 43	22 0 10 − 2,5	20 39 39,3
	7, 8			7 54 22	54 47,5	55 13,5	20 53 56	22 4 11 − 5	20 53 53,8
	6			7	57 21	57 44,5	36 25 44	38 13 11 + 5,5	36 25 42,7
	6			8 2 4,5	2 27,5	2 51	45 2 12	48 0 10 − 2	45 2 9,8
δ 3 du G. Chien.	6, 7	7	23	8			45 7 50		
	7			8		6 4,3	16 23 8	17 7 10 + 5	16 23 8,4
c des Gémeaux.	6	7	31	8	10 29,3	10 54,5	22 35 21	24 1 8 + 5	22 25 21,4
80 π.	5			8		13 34	14 56 45	15 15 1 − 2	14 56 40,2
	7, 8			8		16 37	25 12 37	26 14 4 0	25 12 30,9
26 du Lynx.	6	7	39	8 17 56	18 39,5	19 4	0 46 25	0 13 3 + 3	0 46 24,7
	7			8	25 14,5	25 43	12 13 24		
5 du Cancer.	6	7	50	8 28 21	28 44,5	29 9	31 50 1	33 15 4 + 6,5	31 49 58,3
	7			8		31 3,5	26 12 37		
	7			8	33 2,5	33 26,5	34 45 49	37 1 5 − 6	34 45 45,9
	7			8		35 35	20 46 41	22 2 10 − 1	20 46 42,7
13 Canc. cat. 1712.	6, 7	7	59	8 38 0,5	38 24	38 48	33 36 51	35 13 11 − 1	33 36 51,2
	7			8		41 46	30 33 23	32 9 8 − 1,5	30 33 22,4
β ♋.	4, 3	8	5	8	44 21		39 1 47		
		8	6	8	45 22,5	45 46	39 20 45		
7 Lion.	7	9	23	10 3 13,5	3 37,5	4 1	33 32 16	35 12 10 + 0,5	33 33 8,6
	7, 8	9	26	10	6 18	6 42,5	27 36 43		
	7			10 32 48,5	33 12	33 36	39 50 24		
ε Lion.	3, 4	9	56	10		35 30	31 3 58	33 2 3 − 4	31 3 52,4
	7, 8			10		37 22	27 29 26		
	7, 8			10	38 44	39 8,5	27 6 57	28 14 12 + $2\frac{1}{2}$	27 6 53,8
	7	10	2	10 41 45	42 9	42 34	26 38 18	28 6 10 + 1	26 38 18,5
39 Lion.	6, 7			10	45 18,7		24 41 36	26 5 7 − 3,5	24 41 33.5
γ Lion.	3			10		48 1,3	27 56 51	29 12 15 + 6	27 56 50,0
42 Lion.	7			10		50 11	32 48 53		
	6			10 55 55	56 22,5	56 49	18 3 12	19 4 2 − 5	18 3 10,1
34 Petit Lion.	5	10	21	11		1 9	12 47 5		
	6, 7			11 10 37,5	11 0,5	11 23,5	44 9 46	47 1 11 + 3,5	44 9 44,5
	8, 9			11	13 55	14 18	46 43 30		
	8			11	17 46	18 9,5	44 17 24		
	8			11	19 19	19 42 5	44 8 16	47 1 4 + $4\frac{1}{2}$	44 8 13,2

23 mars 1785.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
55 ♌.	6, 5	10 45	11 23 44,5	24 7	24 30,5	46 58 57	50 1 13 + 3	46 58 55,3
57 ♌.	6	10 45	11	24 ½		47 17 7		
58 d Lion.		10 50	11 28 33	28 56,5	29 20	44 5 46	47 0 9 — 2	44 5 41,7
Lune. (a)			11 29 12,5	29 35	29 59,5	44 58 8	46 14 6 + 3	43 58 5,2
30 mars 1785 (a).								
Sirius.	1		6 34 15,5	34 39,5	35 3,5	65 16 48	69 10 1 + 3	65 16 40,6
92 Lion.	4, 5		11 28 15	28 39,5	29 5	26 19 35	28 1 5 — 4½	26 19 32,4
	7		11		30 24	25 28 4		
			11 31 38	32 5	32 30,5	22 27 47	23 15 6 + 5	22 27 53,2
	6		11 38 34	39 1	39 29	14 18 26	15 4 3 — 3	14 18 25,3
	7		11 41 13,5	41 41	42 9	14 3 49	15 0 0 + 4½	14 3 49,5
	6		11	44 14,5	44 44	12 14 4	13 0 13 — 5	12 14 1,4
	7, 8		11		48 39	10 57 9		
	7, 8		11 53 51	54 25	54 59	1 24 3		
	6		11 58 28,3	58 54	59 20	20 23 47	21 12 1 + 7	20 23 46,4
	7		12	2 37	3 2,5	24 0 23		
7 De la chevelure	5, 6	12 6	12	4 31	4 57	23 43 53	25 5 0 + 5	23 43 54,7
de Bérénice.	7		12 6 50	7 14,5	7 41	21 40 17		
	7, 6		12	8 33	8 59	21 40 43	23 2 0 — 4	21 40 42,9
e de la chevelure.	4, 5		12		11 11.5	21 50 0	23 4 10 — 4	21 49 56,6
	7		12 12 17	12 43	13 9	22 5 53	23 9 2 + 2	22 5 51,8
	6		12	15 17	15 43,5	20 51 25	22 3 15 + 3	20 51 23,6
d de la Chevelure.	6		12	17 14	17 40	21 46 9	23 3 8 + 7,5	21 46 10,8
	8		12		20 21	20 37 5		
25.	5	12 18	12 23 0,5	23 25,5	23 49,5	29 18 33	31 4 3 + 3	29 18 31,3
	7, 8		12	30 56	31 24	13 59 57	14 14 15 — 3	13 59 57,9
	7		12		34 0	20 18 1	21 10 7 + 4	20 18 0,7
36 Vierge.	6		12 36 49	37 12,7	37 36,5	33 34 18	35 12 15 — 2	33 34 12,0
31 de la Chevel.	5, 6		12 39 51	40 16,5	40 43	20 9 45	21 8 1 + 6	20 9 41,7
	7, 8	12 38	12	42 31	42 57	20 55 31		
	7	12 39	12	44 28	44 56	15 42 26	16 12 1 — 1	15 42 23,4
	7		12	45 ½		4 9 45		
	6, 7		12 48 45,3	49 12	49 40	15 56 6	16 15 15 + 2	15 56 3,8
	7, 8		12 52 35,5	53 7,5	53 39	4 43 2		
	6		12		55 47,5	2 27 38	2 10 0 — 2	2 27 37,4
α Vierge.	1		13 12 30,5	12 53,5	13 17	58 53 17	62 13 0 + 6	58 53 18,2
Therm. 0° ½.								
Bar. 27 p. 10 l. ¼								
Le 5 avril 1785.								
Therm. 5°.								
Barom. 28 p. 4 l.								
Soleil.		0 59	0 56 42	57 4,5	57 28	42 15 49	45 1 4 + 8	42 15 46,7
			0	59 14,5	59 57,7			Bord supér.
δ Orion.	2	5 21	5 19 32	19 55	20 18,3	49 19 55	52 9 15 — 4	49 19 52,2
ε Orion.	2	5 26	5 23 48,5	24 11,3	24 34,3	50 12 49	53 8 15 + 5	50 12 45,3
ζ	2	5 30	5 28 25	28 47,5		50 55 44		
ε Gémeaux.	3	6 31	6 29 12,3	29 37,3	30 3,3	23 32 37	25 1 13 — 2	23 32 35,3
Sirius.	1	6 36	6 34 7,7	34 31,5	34 55,5	65 16 51	69 10 1 + 6,5	65 16 44,1
Procyon.	1	7 28	7 26 35	26 57,5	27 21	43 6 4	43 15 9 + 3,5	43 6 1,2
β Gémeaux.	2	7 32	7	31 3,7	31 30,5	20 20 31	21 11 3 — 6	20 20 28,9
25 Lynx.	6	7 39	7 37 9,5		38 18	0 57 10	1 0 4 + 4½	0 57 12,2
13 du Canc cat.	6	7 59	7 57 26,5	57 50,5	58 14,5	33 36 58	35 13 11 + 5	33 36 57,2
1712.	6, 7		8	59 53	60 18	25 6 1	26 12 6 + 1	25 6 1,4
	7		8	4 50	5 14,5	21 52 49	23 5 7 — 4½	21 52 47,5
31 Lynx.	5	8 8	8			5 0 52		
	8		8	9 35	9 58,5	37 32 5	40 0 9 + 0	37 31 58,7
21 du Cancer.	6		8	11 7	11 30,5	37 32		

(a) Après ces observations, la pendule a été retardée de 40′ 15″, pour qu'elle marquât le temps sidéral. ret. 1″3 par jour.

Le 5 avril 1785.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D	PARTIES. SEC.	D. M. S.
	7		8 20 23,5	20 46,5	21 10,5	34 53 16	37 3 6 + 7½	34 53 14,4
			8 23 19	23 46,3	24 14,5	15 20 11	16 5 12 — 6	15 20 6,9
	7		8	25 2	25 29,5	15 36 56	16 10 8 + 2	15 36 56,8
	7		8 28 13,5	28 42	29 12	11 24 9		
	7		8	33 24	33 31,3	19 56 5	21 4 3 + 5½	19 56 3,8
5 Petit Lion.	6, 7		8 35 37		36 32	14 47 54	15 12 9 + 0	14 47 54,9
	7, 8		8 39 37	40 1	40 25,5	30 42 2	32 11 15 + 2	30 42 0,1
ζ Hydre.	4	8 44	8 42 34,5	42 57,3	43 20,5	42 6 47	44 14 11 + 6	42 6 44,1
	7		8		48 20	20 8 5		
	7, 8		8 49 49	50 15	50 41	20 8 8	21 7 10 + 1,5	20 8 4,9
	5, 6		8		52 14	9 34 34	10 3 7 — 5	9 34 30,1
	6, 7		8	54 33,3	55 1	14 7 44	15 1 2 + 2½	14 7 44,8
	6, 7		8	56 33	57 0,5	17 2 47	18 2 15 — 5½	17 2 44,8
	7, 8		8	58 48	59 13	29 57 17	31 15 4 — 6	29 57 15,8
	6, 7		9	0 55,5	1 24	13 21 53	14 4 1 + 6	13 21 46,9
	7, 8		9	3 4	3 33	14 28 58	15 7 3 — 4½	14 28 56,6
	7		9 5 55	6 24,3	6 54	9 47 19	10 7 1 — 3	9 47 16,7
	7, 8		9	8 19	8 43,5	32 35 46	34 12 4 + 7½	32 35 41,6
	8, 9		9	11 26	11 49,3	29 48 51	31 12 13 + 1	29 48 48,6
ω du Lion.	5	9 17	9 15 30	15 53,3	16 16,5	38 53 0	41 7 9 + 6½	38 52 56,7
	7		9 20 12	20 37	21 3	24 28 8	26 1 9 + 6½	24 28 6,1
	7, 8		9 25 8,5	25 33	25 56,5	35 10 26	37 8 4 + 5½	35 10 20,7
	8		9	27 51	28 15	34 50 32	37 2 10 — 1	34 50 27,7
	7		9	31 ½		2 46 32		
	7, 8		9 35 25	35 54	36 25	8 15 15	8 12 14 — 3	8 15 12,8
22 du Lion.	6		9	38 36	39 1,5	23 28 5	25 0 8 + 6	23 28 6,5
Régulus.	1	9 57	9 55 28,5	55 52	56 16	35 51 30	38 4 0 — 5½	35 51 28,3
	6, 7		10	0 35	1 1,5	20 40 48	22 0 15 + 0	20 40 47,8
	7, 8		10	3 11	3 37	19 7 18	20 6 5 + 7	19 7 18,5
	7		10		5 24	20 23 29		
	8		10 7 4	7 30	7 57,3	17 8 20	18 4 8 + 0	17 8 19,2
	7, 8		10	9 32	10 1	12 34 44	13 6 11 — 1½	12 34 44,1
	7	10 13	10 11 46	12 14,5	12 43	12 21 45	13 3 0 — 5	12 21 42,8
Le 9 avril 1785.								
	6	8 19	8		18 33	29 10 13	31 1 13 + 3	29 10 10,3
	6		8 20 14	20 38	21 1,5	34 53 16	37 3 6 + 5½	34 53 12,4
1 Petit Lion.	6	8 25	8 23 10,5	23 38	24 5,7	15 20 7	16 5 11 + 5	15 20 4,7
	6, 7		8	25 16,5	25 44	15 24 5	16 6 13 + 5	15 24 2,0
	7		8	28 16,5	28 41	28 14 32	30 2 0 0	28 14 31,9
	7, 8		8	30		11 11 26		
	7, 8		8		31 5	10 48 49		
	7		8	32 55,5	33 22,3	19 56 6	21 4 3 + 6	19 56 4,3
35 du Lynx.	5, 6		8 35 43	36 14,5	36 47,3	4 21 49	4 10 8 — 5	4 21 49,8
	6, 7		8	38		29 14 51		
	7		8 39 28,3	39 52,3	40 16	30 41 58	32 11 15	30 41 58,1
	7		8	40 30		30 31 25		
	6, 7		8	42 3,5	42 27,5	30 49 55	32 14 3 — 1	30 49 51,5
η G. Ourse.	4, 5	8 47	8 44 54,5	45 25,5	45 57	6 15 19	6 10 12 + 2	6 15 19,6
ν du Cancer.	6	8 50	8 48 31	48 56	49 21,5	23 35 5	25 2 8 + 3	23 35 5,3
	9, 10		13 24 19,5	24 44,5	25 10	23 50 17		
	6, 7		13		26 5,5	23 9 37	24 11 4 + 3,5	23 9 36,5
	9, 10		13	27 37	28 3	23 38 44		
2 Bouvier.	6	13 31	13	29 40	30 5,5	25 17 3	26 15 8 + 2,5	25 17 2,0
	7		13 33 3,5	33 27,3	33 50,5	37 27 27	39 15 4 + 1,5	37 27 22,8
3 Bouvier.	6	13 37	13		35 58	22 5 22	23 9 0 — 2	22 5 21,4
6 Bouvier.	6	13 40	13 37 57	38 21,5	38 47	26 32 11		
	7		13 38 39	39 3,5	39 28	26 31 38		
	6, 7		13 41 46	42 12,5	42 39,5	19 9 53	20 7 1 + 1	19 9 50,7
9 Bouvier.	5, 6		13 45 7,5	45 33	45 59	20 19 28	21 10 14 — 2½	20 19 26,4
11	6		13 49 37	50 13	50 39,3	20 26 41	21 12 15 — 2	20 26 42,0
	7		13	52 10,5	52 56	25 20 13	27 0 7 — 5½	25 20 12,0
	7		13 55 44	56 11,5	56 40,0	13 4 11	13 15 0 + 8,5	13 4 7,6

Le 9 avril 1785.		M. S.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	PARTIES. SEC.	D. M. S.
12 *d* Bouvier.	6, 5		13	59 24	59 50	22 45 30	24 4 6 + 6,5	22 45 29,4
	7, 8		14	1 46	2 17,5	5 31 35	5 14 5 − 4	5 31 30,0
	7		14 4 0,5	4 31,3	5 2,5	6 20 57	6 12 5 + $7\frac{1}{2}$	6 20 54,7
	7		14	6 27	6 58,5	8 8 3	8 10 13 + 1	8 8 1,8
	7		14 9 16,5	9 46,3	10 16,5	9 5 34	9 11 3 − 3	9 5 31,9
	7		14 12 51	13 16,5	13 43	20 28 49	21 13 8 + 7,5	20 28 42,7
	6, 7		14		16 1	9 30 34	10 2 5 − 4	9 30 37,8
	7, 8		14	17 45,3	18 16,5	6 53 7	7 5 8 + 2	6 53 7,2
σ Bouvier.	5	14 25	14	24 6,5	24 33,5	18 11 29	19 6 7 + $6\frac{1}{2}$	18 11 29,4
	6, 7		14 26 39	27 3,3	27 27,5	29 37 55	31 9 11 + 7	29 37 55,5
	8, 9		14 30 18	30 42	31 6	29 26 52		
	9		14 32 40	33 4,3	33 29	29 33 57		
	7		14		34 38	29 4 29	31 0 3 0	29 4 24,6
	6, 7		14 37 14,5	37 39,5	38 5	23 36 28	25 2 14 + $5\frac{1}{2}$	23 36 26,9
	7		14	39		24 4 4		
	6, 7		14 42 6	42 32,5	43 0,5	16 3 49	17 2 2 + 6	16 3 49,2
	7		14	44 10	44 37,5	15 58 49	17 0 12 − 2	15 58 51,2
	7		14		46 19	15 42 6		
110 de la Vierge.	4, 5		14 50 27,5	50 50	51 13,5	45 55 12	48 15 11 + 0	45 55 9,1
ψ Bouvier.	5	14 45	14		54 28	21 4 58	22 7 13 − 2	21 4 55,9
45 *c* Bouvier.	5, 6	14 58	14 56 15	56 40	57 6	23 9 41	24 11 4 + 5	23 9 38
Therm. $5^{\circ}\frac{1}{2}$.								
Ba. 28 p. 5 l. $\frac{1}{4}$.								
Le 10 avril 1785.								
15 ψ^3 Cancer.	5	8 0	7		58 59,5	18 35 8	19 13 3 + $1\frac{1}{2}$	18 35 8,2
31 du Lynx.	5	8 8	8 6 18,5	6 49,7	7 22,5	5 0 49	5 5 9 + $3\frac{1}{2}$	5 0 51,8
	7		8 12 1,5	12 25,5		31 7 39	33 3 4 − 2	31 7 38,5
28 υ^2 du Cancer.	7	8 16	8 14 11,5	14 36,5	15 2,2	24 1 54	25 10 1 − 5	24 1 32,6
	7		8 19	19 44,5	20 8,5	38 5 10	40 10 0 − 7	38 5 2,4
	7		8	20		34 53 13		
	7		8		23 14	32 49 26	35 0 3	32 49 24,6
2 Petit Lion.	6	8 27	8	34 51,5	25 19	15 36 53		
3 Petit Lion.	7	8 27	8	25 15	25 42,5	15 24 32	16 6 13 + 7	15 24 4,0
	7, 8		8	28 14,5	28 59,5	28 14 35	30 2 0 + 1	28 14 31,9
	6, 7		8			11 11 28		
	7, 8		8		31 44	19 39 44	20 15 9 − 2	19 39 40,7
	7, 8		8 34 43	35 10,5		14 22 11	15 5 4	14 22 12,4
5 Petit Lion.	6, 7	8 38	8		36 22,5	14 47 52	15 12 9 − $4\frac{1}{2}$	14 47 50,4
	6		8 39 24,5	39 51,5	40 18	17 29 33	18 10 8 + 7	17 29 31,8
	7		8	40 $\frac{1}{2}$		30 31 21		
	7		8		42 45,5	23 36 38	25 2 15 + $4\frac{1}{2}$	23 36 39,1
	9		8 44 32	44 57	45 22,5	24 5 12	25 11 1 + 1	24 5 9,5
	8		8	46		21 36 54		
	7		8 48 1,5	48 25,5	48 49,5	30 57 24	33 0 5 + 1	30 57 21,9
	7		8		50 31	20 8 10	21 7 10 + 3	20 8 6,4
	8		8	53 0		32 9 54		
	7		8 54 [illegible]	55 1	55 25	33 18 7	35 8 5 + 7	33 18 5,4
36 du Lynx.	5	9 0	8 57 55	58 27,3	58 59	4 47 7	5 1 11 − 5	4 47 6,0
			9	1 47	2 11	36 29 34	38 14 12 + $7\frac{1}{2}$	36 29 28,8
	7, 8		9		8 38,5	31 22 0	33 7 5 − 2	31 21 55,5
	6, 7		9		10 17,5	11 22 36	12 2 2 + 6	11 22 34,2
	7		9 11 39,5	12 8	12 37	11 29 55	12 4 4 − $4\frac{1}{2}$	11 29 52,5
	6, 7		9 15 11,3	15 39		14 23 37	15 5 11 − $5\frac{1}{2}$	14 23 39,2
7 Petit Lion.	6	9 18	9 15 59,5	16 27,3		14 17 2	15 3 12 + $6\frac{1}{2}$	14 17 2,5
8 Petit Lion.	6	9 19	9	16 $\frac{1}{2}$		12 49 56		
	6, 7		9 20 2,5	20 27,5	20 53	24 28 11	26 1 10	24 28 12,8
	7		9		22 29,5	35 15 58	37 9 14 − 5	35 15 53,0
	7		9 24 59	25 22,5	25 47	35 10 34	37 8 5	35 10 28,4
43 du Lynx.	6, 5	9 29	9 26 54,5	27 24,5	27 55	8 8 58	8 11 1 + 0	8 8 53,5
	8		9	29 33,5	30 1,5	13 48 17		
	7		9		32 12,5	2 46 32	2 15 6 − 2	2 46 31,2
14 Petit Lion.	7	9 33	9 35 0,5	35 33	36 7	2 47 50	2 15 12 − $2\frac{1}{2}$	2 47 49,8

Le 10 avril 1785.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	Parties. Sec.	D. M. S.
	6, 5		9 38 0,5	38 25,5	38 51,5	23 28 39	25 0 8 + 7	23 28 7,5
	6		9 45 7	45 30,5	45 53,5	39 52 9	42 2 12 − 6½	37 32 4,5
π du Lion.	4	9 49	9	46		39 47 56		
	7		9 50 31	50 54	51 17,5	37 56 17	40 7 7 + 1	37 56 9,8
Régulus.	1		9 55 18,2	55 42	56 5,5	35 51 31	38 3 15 + 7	35 51 27,6
	7		9 58 47,5	59 14,5		19 34 42		
	6, 7		10	0 25,7	0 52	20 40 53	22 0 15 + 5½	20 40 53,3
24 Petit Lion.	7		10 2 34,5	3 0,7	3 26,5	19 7 20	20 6 6 − 5½	19 7 19,2
	7		10		5 15	20 23 30	21 12 0 + 1	20 23 27,7
	7, 8		10 6 53	7 20,5	7 47,7	17 8 22	18 4 8	17 8 19,2
	8		10	9 22	9 50,5	12 34 45	13 6 11 − 2	12 34 43,6
	7		10 11 36	12 4,3	12 33	12 21 46	13 3 0 − 3	12 21 44,8
	6, 7		10 15 12,5	15 38,5	16 5,5	18 3 13	19 4 2 − 5	18 3 10,1
	7, 8		10		17 43	8 45 29		
	7, 8		10	19 20,5	19 51	8 33 14	9 2 0	8 33 16,9
	9		10 24 36,5	25 0,5	25 25	30 28 50	32 8 3 + 1	30 28 48,1
	6		10		29 19,5	16 3 29		
40 Petit Lion.	6	10 32	10		30 24,5	21 25 30	22 13 10 + 6½	21 25 30,5
	6		10 33 11,5	33 35,5	33 59,2	28 51 5	30 12 6 + 6½	28 51 6,5
2 ξ Vierge.	5, 6	11 34	11 35 15,5	35 38,5	36 1,5	39 25 46	42 0 14 + 8½	39 25 43,1
	6, 7		11	39 19	39 48,5	9 37 7	10 4 2 + 6	9 37 6,1
	7		11	41 24	41 52,5	14 3 54	15 0 0 + 6½	14 3 51,5
	7		11	44 55	45 26,5	7 20 6	7 13 3 − 1½	7 20 5,2
	8, 9		11	47 51,5	48 21	10 57 6	11 10 14 + 7	10 57 5,9
	6, 7		11	49 56	50 28	4 38 29	4 15 3 + 7	4 38 30,6
11 S Vierge.	6	11 59	11 57 29	57 52,5	58 15,5	41 51 51	44 10 8 − 5	41 51 49,8
	7		12 2 42	3 18	3 50,5	0 34 16	0 9 11 + 7½	0 34 11,0
	7, 8		12	8 37	9 3	20 37 12		
	6, 7		12 12 46,5	13 11,7	13 37,5	23 45 14	25 5 6 + 1½	23 45 10,3
510 Mayer.	6, 8		12	15 22,5	15 45,5	52 17 4	55 12 5	52 17 2,2
Therm. 6°. Barom. 28 p-7 l.								
Le 11 avril 1785. Therm. 8°, Bar. 28 p. 7 l.⅓.							Otez 1′ 45″.	
Soleil.......			1 18 28,2	18 50,5	19 14	1er. bord.		
				21 1	21 24,2	40 1 57	42 11 4 − 6½	
β Gémeaux.	2	7 32	7 30 25,5	30 51,5	31 17,5	20 20 29	21 11 2 + 7½	20 20 29,2
β du Cancer,	4, 3	8 5	8 3 12,5	3 35,5	3 59	39 1 55	41 10 2 + 1½	39 1 52,2
31 Lynx.	5	8 5	8 6 16,5	6 47,7	7 19,5	5 0 49	5 5 9	5 0 48,3
32	6	8 20	8 19 7,7	19 36,5	20 5,5	11 43 49	12 8 3 + 6½	11 43 53,6
		8 24	8 23 44,5		24 35,5	28 51 59	30 12 10 + 3	28 51 56,1
4 δ Hydre.	4	8 26				42 25 25		
4 du Petit Lion.	7	8 28				16 11 3	17 4 3 + 2	16 11 0,3
	6, 7		8 28 1	28 29,5	28 58,5	15 24 2		
	6		8 28 36	29 5	29	11 11 29	11 15 0 + 1	11 11 30,1
49 b du Cancer.	6		8		32 13	38 1 7	40 8 13 + 7	38 1 5,9
11 ε de l'Hydre.	4	8 36	8	34 7	34 30,5	41 40 14	44 7 3 − 6	41 40 10,1
	7		8	35		35 32 23	37 14 8 + 6½	35 32 20,1
	7, 6		8		38 10,7	32 43 57	34 14 10 − 1	32 43 54,0
	7		8	40 21	40 45,5	28 6 7	29 15 10 − 6	28 6 4,9
	10,11		8 43 55	44 21		21 33 50		
	6, 7		7 45 31,5	45 57,5	46 22,5	21 36 56	23 0 14 + 7	21 36 56 6
69 ν du Cancer.	6, 5	8 50	8 48 27	48 52,5	49 18	23 35 6	25 2 8 + 1½	23 35 3,8
78	7, 8	8 57	8 55 19	55 43,0	56 7	30 32 25	32 9 3 + 5	30 32 23,0
	7		8	57		36 26 20		
	9, 10		8 59 40,5	0 3,5		37 19 36		
	8, 9		9 1 21	1 44	2 8,5	36 29 33	38 14 12 + 7	36 29 28,3
	6, 7		9 4 32,5	4 55,5	5 19,3	36 28 37	38 14 8 + 5½	36 28 34,1
	8		9 8 3,5	8 28	8 53	26 28 8		
	7		9	11 25,5	11 50,5	30 14 45	32 4 3 + 2	30 14 45,3
	7		9 13 30	13 53,5	14 17	33 38 31	35 14 2 + 4½	33 38 29,0

11 avril 1785.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M S.	D. M. S	PARTIES. SEC.	D. M. S.
	7		9 16 30	16 54,5	17 20	26 7 33	27 13.14	26 7 31,8
4 λ du Lion.	4, 5	9 20	9		18 35	24 57 55		
	6		9 20 0,5	20 25,5	20 51,3	24 28 12	26 1 10 — 1	24 28 11,8
	9		9 22 9	22 33		33 50 45		
7 du Lion,	6		9		23 16	33 32 21	35 12 6 + $2\frac{1}{2}$	33 32 17,9
	6, 7		9	25 20,5	25 44,5	35 10 31	37 8 5 — 2	35 10 26,4
	7		9 27 15	27 38,5	28 2,3	34 50 36	37 2 10 + 6	34 50 34,7
	9, 10		9	30 1,5	30 29,5	13 10 50	14 0 14 + 8	13 10 42,6
	6		9 34 40,5	35 9,5	35 38,5	11 8 14	11 14 1 + 4	11 8 15,3
	6, 7		9 37 31,5	38 0,7	38 31	9 57 44	10 10 0 + 4	9 57 43,4
	8		9	41 15	41 39	37 36 21		
	7		9 42 54,5	43 17,5	43 40	40 10 41		
	7		9 45 4,5	45 28,5	45 51,5	39 32 7	42 2 11 + $6\frac{1}{2}$	39 32 3,4
29 π du Lion.	6, 5	9 49		47 35	47 58,5	39 47 57	42 7 4 — 5	39 47 54,2
	6, 7		9	49 33	49 58	25 53 58	27 9 14 + 9	25 53 37,0
	7, 6		9 52 21,5	52 45,5		32 4 31		
η du Lion.	3, 4		9 53 56	54 20,5	54 44,5	31 4 1	33 2 3 + 1	31 4 23,8
Régulus.	1	9 57	9		56 3,5	35 51 30	38 4 0 — 6	35 51 27,8
			9	57		38 13 43		
	7		9 58 45,5	59 12	59 38	19 34 39		
	7		10	1 23	1 48	26 38 23	28 6 11 — 5	26 38 25,6
	7		10 4 19,5	4 45,5	5 12	20 23 28	21 12 0 + 2	20 23 28,3
40 du Lion.	6	10 8	10		7 10	28 19 0		
	8, 9		10		8 11,5	28 15 30	30 2 4 + 6	28 15 30,6
	7		10		9 48.5	12 34 46	13 6 11 — 2	12 34 43,6
29 Petit Lion.	6, 7	10 14	10 11 34	12 2,5	12 31	12 21 47	13 5 0 — 3	12 21 44,8
	8		10 14 44	15 6,5		44 12 42		
	9, 8		10		16 4	44 27 30	47 6 12 + 5	44 27 31,8
	7		10	19		45 37 1		
	7		10 21 5	21 30,7	21 57,3	19 48 14	21 2 0 — 3	19 48 13,9
37 Petit Lion.	5, 6	10 27	10 24 51,5	25 18,3	25 46	15 47 15	16 13 7 + 4	15 47 18,5
	7, 8		10		27 35	20 14 4		
	7		10 31 9 5	31 40,3	32 11,5	6 26 42	6 14 0 — 3	6 26 40,1
	7, 8		10 33 52	34 22,3	34 53,5	6 38 21	7 1 5 — 0	6 38 21,9
	9		10 38 21	38 49		15 6 37		
	9		10		39 53	14 44 49		
54 du Lion.	5, 6	10 44	10 42 16,5	42 41	43 7,5	22 58 54	24 8 3 + 6	22 58 53,1
26 avril 1785.								
Procyon.	1	7 28	7 25 43,2	26 5,5	26 29	43 6 8	45 15 10 — 3	
ο Lion.	3, 4	9 30	9 27 22,5	27 45,5	28 9,5	38 0 24	40 8 10 + 2	38 0 21,3
16 Petit Lion.	5	9 37	9 34 33	35 5	35 33,5	8 15 13	8 12 14 — 5	8 15 10,8
22 g du Lion.	6		9 37 18,5	37 43,5	38 9,5	23 28 8	25 0 8 + $6\frac{1}{2}$	23 28 7,0
π Lion.	4	9 49	9	46 55	47 18,5	39 47 55		
429 Mayer.	7	9 53	9 50 18,5	50 42	51 5,5	36 12 26	38 9 15 — 6	36 12 20,2
	8	9 55	9	53 8	53 32	35 2 46	37 6 2 — 3	35 2 44,0
Régulus.	1	9 57	9	54 58,5	55 23,5	35 51 51	38 4 0 — 7	35 51 26,8
	7, 8	9 59	9	57 18	57 42,5	27 7 0	28 14 12 + $7\frac{1}{2}$	27 6 58,8
439 Mayer.	6		10 2 13	2 37,5	3 1,5	30 4 3	32 1 2 + 5	30 4 2,3
441 Mayer.	7, 8		10	5		35 10 35		
26 Petit Lion.	7	10 4	10 8 11,5	8 40,5		12 34 49		
28 Petit Lion.	6, 5	10 12	10	9 49		14 4 34		
	7, 8	10 13	10 10 59	11 26	11 54	15 1 47	16 0 8 — 1	15 1 44,5
45 Lion.	6	10 17	10 14 0,5	14 23,5	14 46,5	38 1 1		
	7		10 17 4,5	17 27,3	17 50,5	45 36 59	48 10 8 + 2	45 36 56,8
	8, 9		10	20 14	20 38,5	27 27 51	29 4 12 — 4	5 3,0
36 Petit Lion.	7, 6	10 26	10 23 14	23 42	24 10,5	13 41 14	14 9 9 + 6	23 41 13,1
50 Lion.	7		10		25 51	31 37 41		
	6		10 27 43	28 10,5	28 38	16 3 31	17 2 1 + 0	16 3 30,1
	7		10	33 42		6 38 51	7 1 5 — 2	27 27 53,9
	6, 7		10	37 1,5	37 27	24 20 2	25 15 5 — 5	24 20 0,0
	7		10		39 37	46 42 9	49 13 1 — $4\frac{1}{2}$	46 42 5,9
	6, 7	10 52	10	50 12,5	50 38,5	21 56 50		

26 avril 1785.		H. M.	H. M. S.	M. S.	M. S.	D. M. S.	Parties. Sec.	D. M. S,
	7, 8	10 53	10 51 25	51 50,3	52 16	22 30 44	24 0 3 + 4	22 30 43,6
	6, 7	10 57	10 54 59,3	55 23	55 48,5	30 30 6	32 8 8 + 6½	30 29 59,5
	6	11 1	10 59 14,5	59 42,5	60 10,5	14 15 43	15 3 6 + 7½	14 15 44,4
	6	11 7	11 4 41,5	5 9,5	5 38,5	12 12 56	13 0 8 − 7½	12 12 53,0
	7		11	7 52	8 23	7 16 9		
	6		11	9 1	9 32,5	7 31 32	8 0 7 + 4	7 31 36,3
	6, 7	11 15	11 13 32	14 6	14 40	2 30 48		
	5, 7	11 15	11 13 41	14 14	14 48 5	2 49 11	3 0 2 + 5	2 49 6,4
	7		11	20 3	20 32	10 55 32		
	5, 6		11 20 4	20 33	21 2	10 52 21	11 9 9 − 1	10 52 21,1
59 Grande Ourse.	6		11 24 22	24 55	25 28	4 3 51	4 5 5 + 7½	4 3 48,1
62	6		11 27 58	28 25	28 52,5	15 56 29	17 0 0 + 7	15 56 22,0
	7		11 29 50,5	30 18	30 45,3	15 55 13	16 15 11 + 5	15 55 14,1
	7	11 35	11 33 31	33 55,7	34 21	23 57 40	25 8 15 − 2	23 57 38,3
	6		11 37 35	37 58		35 23 53		
	7, 8		11		38 53	35 52 11	38 4 2 + 5½	35 52 5,6
	7, 8		11 42 4,5	42 27	42 50	46 34 20	49 10 13	46 34 15,8
	7		11	45 16	45 39,5	44 11 11	47 2 2 − 2	44 11 11,2
7 *b* Vierge.	6	11 49	11	47 0	47 23	44 0 50	46 15 2 + 7½	44 0 47,9
29 avril 1785.								
33 Petit Lion.	4, 5	10 20	10		18 0	15 23 51		
47 *ε* Lion.	4	10 22	10		19 49	38 27 41		
48 Lion.	6	10 24	10	21 30	21 53,5	40 48 49		
	8, 9		10		23 9	40 43 7		
456 de Mayer.	7, 8		10 24 53	25 18,7	25 42,5	31 37 46	33 11 13 − 4½	31 37 42,2
42 petit Lion.	6, 5		10 27 31,5	28 1,5	28 29,5	16 3 32	17 2 1 − 3	16 3 27,1
	7		10 33 4	33 35	34 6	6 38 21		
	7, 8		10 33 25	33 56	34 28	6 35 18		
	7, 8	10 44	10 41 9	41 31,5	41 55	41 52 47	44 10 12 − 5½	41 52 42,1
47 Grand Ourse.	8	10 48	10		45 49	7 18 11	7 12 10 + 6	7 18 14,1
	7, 8		10 48 49	49 22		3 23 25		
	8		10		52 1	3 25 14		
	7		10	52 30	53 3,5	3 36 23	3 13 9 − 5	30 36 20,8
	6		10	55 23	55 52,5	11 24 17	12 2 10 + 6	11 24 19,7
	7		10 58 15	58 44	59 12	11 53 17	12 10 14 + 6	11 53 19,9
	7, 8		11 3 58	4 30,5	5 2,5	5 23 20	5 11 15 + 7½	5 23 20,6
	8	11 9	11	6 32	7 5,5	2 42 23	2 14 3 − 3	2 42 19,5
56 Grande Ourse.	6	11 11	11 8 23	8 55	9 27	4 13 13	4 8 0 + 7	4 13 14,5
	7		11 12 19,5	12 49		14 14 51		
57 Grande Ourse.	6	11 18	11 14 53	15 23	15 53,7	8 21 46	8 14 11 + 0	8 21 38,1
	6, 7		11	16		4 31 42		
	7		11	20 24,5	20 53	10 52 22	11 9 9 + 1½	10 52 23,6
62 Grande Ourse.	6	11 31	11 27 49	28 16,5	28 44,5	15 56 29	17 0 1 − 1	15 56 27,2
•	7	11 33	11 29 42	30 9	30 37	15 55 16	16 15 11 + 7	15 55 16,1
	7		11	32 2,5	32 26,5	33 24 57	35 10 4 + 5½	33 24 52,6
93 Lion.	5	11	11 34 24,5		35 14	27 27 36		
	6, 7		11 37 59,5	38 28	38 58	9 37 8	10 4 3 − 6	9 37 7,3
	7		11 41 14	41 48	42 22	1 12 31	1 4 10 − 1½	1 12 29,1
	7		11 41 20,5	41 54	42 28	1 12 51		
	7		11 46 21,5	46 49,3	47 17,5	13 38 53	14 8 15 − 2	13 38 53,3
	7, 6		11 50 19	50 41,5	1 5	42 6 31	44 14 10 + 5	42 6 30,0
	10, 11		11 54 35	54 57	55 22	41 38 6	44 6 9 − 1	41 38 3,3
10 *r* Vierge.	6, 7	11 59	11		56 58	45 45 38		
	7	12 1	11 58 13	58 36	58 59,5	43 36 54	46 8 6 − 5	43 36 51,6
	8, 9		12 3 21	3 51	4 21,7	8 5 29	8 10 2 − 5	8 5 30,7
	7	12 10	12 7 28	7 52	8 16,5	32 8 10	34 4 7 + 4	32 8 10,0

Les préparatifs du voyage autour du monde ont mis fin à ces observations de M. d'Agelet. — La correction des distances au zénit est toujours environ — 1′ 45″, sauf à la vérifier par les étoiles dont la déclinaison est connue. L'on en trouvera [illegible]coup dans la Connoissance des Temps de 1794 et suiv. — Le 11 avril, à 40° de distance au zénit, la correction des passages étoit — 3″ par les hauteurs correspondantes. La pendule retardoit de 3″ par jour, du 26 au 29 avril.

Remarques sur les Observations précédentes.

Les observations que l'on vient de voir s'étendent du 6 octobre 1784 au 29 avril 1785; celles qu'on a vues dans les Mémoires de 1789, commençoient au 22 mars 1784, et finissoient au 2 octobre.

Je me proposois de remonter dans le volume suivant, et de publier les observations d'étoiles depuis le 18 février 1783, qu'il commença d'observer un grand nombre de petites étoiles jusqu'au 17 septembre, où finit le registre que M. d'Agelet avoit mis au net avec grand soin; mais peut-être que les observations de 40 mille étoiles faites au même instrument depuis 1789 jusqu'à 1797 rendront cette publication moins nécessaire.

L'intervale du 25 septembre 1783 au 11 janvier 1784 manque dans les papiers qu'il me laissa en partant pour le voyage autour du monde, soit qu'il n'eut pas observé pendant cet hyver, ou qu'il eut emporté cette partie de ses observations pour les mettre au net pendant son voyage. Mais depuis le mois de février 1783 jusqu'à la fin d'avril 1785, il avoit passé en revue toutes les parties du ciel depuis le zénit jusqu'au tropique du capricorne comme je l'y avois engagé en lui procurant le mural au mois d'août 1778.

Parmi les étoiles qui précédent, il y en a plusieurs qui ont déjà servi à déterminer des positions de comètes, car c'étoit à M. d'Agelet qu'on avoit recours pour les étoiles inconnues.

Depuis son arrivée à Paris en 1768, il s'occupa dans mes observatoires du Collège Mazarin, de la place du Palais-Royal, et du Collège Royal, et il avoit déjà en 1775, 660 observations des planètes, qu'il calculoit et qu'il comparoit avec mes tables. Mais aussi-tôt qu'il eut le mural, je lui

fis entreprendre un travail plus considérable, celui de la description du ciel étoilé.

La notice des travaux de ce jeune et utile astronome est dans l'histoire de l'Astronomie pour 1791, qui avoit paru dans le Journal des Savans, nov. 1791, et qui a été mise avec des augmentations dans la Connoissance des Tems de l'an VI (1798), pages 439—452. Cette notice sera encore insérée dans le journal du Voyage de la Pérouse qui s'imprime en 4 vol. *in*-4°. à l'Imprimerie nationale, et qui contient les observations faites depuis les mois d'août 1785 jusqu'au 24 janvier 1788, date de l'arrivée à Botany-Bay dans la Nouvelle-Hollande. Après cette époque, nous n'avons aucune nouvelle de ces infortunés navigateurs, qui ont été comme bien d'autres les martyrs de leur zèle pour les sciences. M. d'Agelet étoit né à Thone-la-Long, près Montmédi, le 25 novembre 1751.

LA LANDE.

OBSERVATIONS
SUR
UN GRANITELLE GLOBULEUX.

PAR LE C. DAUBENTON.

LE C. Fourcroy a fait voir à l'Académie une pierre nouvellement trouvée dans l'isle de Corse, en un bloc isolé sur le bord du Tanaro, au-dessous d'Olmetto. Le C. Besson, a donné la description et la figure de cette pierre, dans le journal de physique, au mois d'août de l'année dernière. Le C. de Labillardiere a rapporté de l'isle de Corse un petit bloc de la même pierre (*pl.* 1), qu'il a eu la bonté de me donner. Je l'ai observée avec soin, et je l'ai reconnue pour être de la même nature que la pierre que les Italiens appellent *granitello*. Elle est mêlangé de quartz gras et de schorl spathique, comme le granitelle des Italiens ; mais elle en diffère en ce qu'elle renferme des globules (A A A), d'environ deux pouces de diamètre ; c'est pourquoi je l'appelle granitelle globuleux : la différence qui se trouve entre ces deux pierres n'est pas essentielle, puisqu'elles sont de même nature ; elle ne vient que des circonstances de leur formation. Lu le 4 septembre 1790.

Le granitelle simplement dit a été formé par un mêlange confus de petits fragmens de quartz et de schorl, qui se sont aglutinés, et qui ont pris une forte adhérence les uns avec les autres.

Le granitelle globuleux est aussi un mêlange de quartz

et de schorl ; mais ces deux substances sont disposées séparément et successivement par couches concentriques, qui forment plusieurs globules, placés la plupart les uns contre les autres et tous réunis en masse, et pour ainsi dire cimentés par un mélange confus de schorl et de quartz, qui est du granitelle simple.

Il est certain que les globules du granitelle globuleux n'ont pu se former que dans des cavités du granitelle simple, ou avant la formation de ce granitelle. Je vais prouver que ces globules ne se sont pas formés dans des cavités.

Lorsqu'il y a dans une pierre une cavité qui se remplit d'eau chargée de molécules pierreuses, susceptibles de cristallisation, ces molécules s'attachent et se cristallisent contre les parois de la cavité. La couche extérieure (B *pl.* 1) des globules du granitelle globuleux est de quartz, qui est bien susceptible de cristallisation ; si cette couche s'étoit formée contre les parois d'une cavité, sa surface intérieure seroit hérissée de pointes de quartz pyramidal, ce qui n'est pas : donc cette couche ne s'est pas formée dans une cavité. Il en est de même des autres couches de quartz et des couches (C) de schorl, dont les globules, dont il s'agit, sont composés.

Au contraire, si la formation de ces globules a commencé au milieu de l'eau, par un noyau autour duquel il s'est formé plusieurs couches successives de schorl et de quartz, cette structure n'a pu se faire que par des mouvemens de rotation en différens sens, qui ont empêché toute cristallisation régulière, parce qu'elle ne peut se faire que dans un liquide en repos.

Il y a, au centre des globules du granitelle globuleux, un noyau (D) de granitelle simple, et autour de ce noyau des couches successives, plus ou moins épaisses, de schorl (E) ou de quartz (F), ou mêlangées de ces deux substances (G), en différentes proportions.

On peut, avec beaucoup de vraisemblance, se faire une

idée des causes qui ont fourni ces deux substances, et qui les ont disposées par couches autour d'un noyau. L'eau mine les rochers et en détache des fragmens; elle brise ces fragmens en les chariant, et se charge de leurs molécules; dans cet état on lui donne la dénomination de suc lapidifique, parce qu'elle forme des pierres par le dépôt des molécules qu'elle tenoit en suspension. Ces molécules s'insinuent entre les fragmens de pierre qui ont déja été entraînés au fond de l'eau, s'y attachent et en font des masses de pierres. Si ces fragmens et ces molécules sont des quartz, il y aura des carrières de quartz; si ces fragmens et ces molécules sont de schorl, il y aura des carrières de schorl spathique. Si l'eau a charrié en même-temps des fragmens de quartz et de schorl, elle formera, par le dépôt de ce mélange, une carrière de granitelle : on peut entendre de cette manière la formation des pierres mélangées confusément, composées de plusieurs pierres de natures différentes. Mais comment les mélanges réguliers peuvent-ils se faire par couches distinctes, planes ou circulaires?

Pour avoir une opinion vraisemblable sur ces deux objets, il faut considérer que les fragmens de pierre que l'eau entraîne et les molécules qu'elle dépose, ne sont pas de même nature par-tout et en tout temps. Cette variété dépend de la nature des rivages que la mer entame, et des vents qui dirigent ses flots; ainsi le flot qui viendra d'une rive formée par du quartz ou du schorl, entraînera des fragmens de l'une ou de l'autre de ces pierres, et sera chargé de leurs molécules. Tant que le même vent durera, le dépôt des eaux de la mer sera le même dans les lieux où l'action de ce vent s'étendra; mais dès qu'il s'élevera un autre vent sur les mêmes eaux, leur cours changera, et leur dépôt se fera dans d'autres lieux, et sur des dépôts d'autres substances qui l'auront précédé. Ainsi il y aura deux couches de différentes substances pierreuses l'une sur l'autre; elles seront planes, si la direction du flot est en ligne droite, ce qui se fait le plus souvent. Mais lorsque l'eau reçoit differentes

impulsions, et que son mouvement est composé, son dépôt ne peut pas former des couches planes ; ses parties étant agitées en différens sens, sa surface est irrégulière, convexe ou concave en différens endroits. Un mouvement de l'eau, circulaire et rapide, doit faire rouler, tourner en rond, et même soulever des corps pierreux au fond des rivières ou de la mer. Si l'eau est chargée de molécules pierreuses, elles s'attacheront à ces corps solides, quoiqu'ils soient en mouvement, et formeront tout autour des couches additionnelles. Je vais donner des preuves évidentes et palpables de cette assertion.

Il suffit de faire voir les incrustations qui se trouvent dans des conduites d'eau, sur le lit de certains ruisseaux, autour des plantes qui ont été submergées par une inondation, etc. Il est certain que ces incrustations se sont formées dans l'eau, et même dans l'eau courante. Les eaux de la montagne de Santa-Fiora, en Toscane, près de Sienne, déposent des matières calcaires ou gypseuses dont elles sont chargées. On fait tomber ces eaux d'assez haut, sur un plan d'où elles rejaillissent de tous côtés contre des modèles de de médailles et de bas-reliefs placés verticalement, qu'elles incrustent ; plus elles jaillissent avec force, plus la matière pierreuse qui s'attache aux modèles a de consistance, et mieux elle prend l'empreinte de ces moules : sans la force du jaillissement la matière de l'incrustation resteroit poreuse et friable. Ces faits prouvent que le mouvement de l'eau n'empêche pas qu'il ne se forme des incrustations au milieu de ce fluide.

Reste à prouver comment ces incrustations peuvent prendre des formes rondes ou arrondies, telles qu'on les voit sur les concrétions que l'on a appellées méconites, pisolites, dragées de Tivoli, etc. En effet, celles que les Italiens ont nommées *confetto di Tivoli*, ressemblent si bien à des dragées, qu'on les prendroit pour des anis au premier coup-d'œil. Le procédé que suivent les confiseurs pour faire des

anis dans un syrop de sucre, peut donner quelqu'idée de la manière dont les concrétions rondes se forment dans l'eau.

On met au fond d'une bassine des graines d'anis, de coriandre ou de céleri; on verse dessus un syrop de sucre, on agite continuellement ces graines avec une spatule de bois, pour les empêcher de se coller les unes contre les autres. Le mouvement que la spatule imprime au syrop de sucre, suffit donc pour donner de la rondeur à la concrétion que le sucre forme autour des graines. Le mouvement circulaire de l'eau est encore plus favorable pour donner aussi une forme ronde aux concrétions pierreuses qui se forment autour des corps solides que l'eau agite et soulève, comme il arrive dans les lieux où il y a un remoux.

Il se fait un remoux, lorsque durant les marées, l'eau de la mer s'oppose au courant des fleuves à leur embouchure; ou lorsqu'une rivière entre dans une autre. Il y a aussi des remoux causés par d'autres obstacles qui détournent le cours de l'eau, tels qu'un angle rentrant dans le bord d'une rivière, une isle au milieu de ses eaux, une baie dans le rivage de la mer, une isle, la rencontre, des courans en différentes directions; enfin toutes les circonstances qui contrarient ou qui augmentent le mouvement de l'eau, les détroits de la mer, les arches des ponts; entre leurs piles, le cours de l'eau est serré, et par conséquent accéléré : au sortir de ce détroit, l'eau se porte de chaque côté et fait un tournoyement dont le centre est marqué à la surface de l'eau, par une concavité en forme d'entonnoir ou d'ombilic. Les tournoyemens qui se font dans la mer doivent produire de très-grands effets; ils creusent des abîmes; ils doivent soulever des corps solides, et les soutenir au centre de leur rotation.

Lorsque le noyau d'un globule de granitelle se trouve ainsi soulevé, et agité au milieu d'une eau chargée de molécules de schorl ou de quartz; ces molécules s'attachent

autour de ce noyau, et forment des couches successives dont les surfaces doivent être polies par le frottement de l'eau. La substance des couches sera différente, lorsque l'eau leur fournira des molécules d'une autre nature: ce changement doit arriver nécessairement toutes les fois que l'eau fouille un nouveau terrein dans l'abîme, ou dans les rives qu'elle entame, ou lorsque le vent l'amène d'un rivage dont le terrein est de nature différente.

Il résulte de toutes ces causes, que les couches des globules du granitelle doivent être concentriques et varier par la nature de leur substance et par leur épaisseur; et de plus, la nature et l'épaisseur des couches doivent se correspondre dans les globules qui sont formés en même-temps et en même lieu: on reconnoît aisément tous ces caractères dans les globules du granitelle.

J'ai beaucoup insisté sur leur formation, parce que c'est une opération fréquente dans la nature, et qui produit de grandes masses. Il y des carrières de pierres calcaires composée de très-petits globules; il y en a aussi de différentes grosseurs.

Les globules, après avoir été soutenus dans l'eau pendant leur formation, au centre d'un mouvement de rotation, s'écartent de ce centre par différentes circonstances; alors ils tombent nécessairement au fond de la rivière ou de la mer et entrent dans le dépôt qui s'y trouve, en sont entourés et s'y incorporent. Si ce dépôt est propre à faire du granitelle, et si les globules sont composés de couches de schorl spatique et de quartz, c'est un granitelle globuleux.

On voit par cet exposé, que toutes les pierres mélangées ne sont pas connues, puisqu'il peut y avoir autant de différences entr'elles, qu'il peut se faire de combinaisons des pierres de différentes natures.

OBSERVATIONS

OBSERVATIONS SUR L'ORGANISATION ET L'ACCROISSEMENT DU BOIS,

PAR LE C. DAUBENTON.

LE bois et l'écorce de la plupart des arbres consistent, en partie, dans des couches concentriques, composées de reseaux ligneux, dont les mailles sont occupées par les prolongemens médullaires. Les reseaux forment des enveloppes circulaires appliquées les unes sur les autres, le long du tronc des racines et des branches. L'accroissement de l'arbre fait chaque année une épaisseur de bois que l'on appelle couche annuelle. Lorsque l'arbre est coupé transversalement, on apperçoit la jonction des couches annuelles de son bois, et par conséquent on peut savoir le nombre de ses années. Dans certains arbres, on distingue aussi dans les couches annuelles la jonction de plusieurs feuillets qu'elles contiennent; mais ces joints sont moins sensibles, parce qu'ils ne viennent que de quelque ralentissement ou de quelque courte interruption dans la végétation, par de mauvais temps pendant la bonne saison, mais les joints des couches annuelles sont plus marqués, parce que l'arbre a cessé de croître pendant l'hiver. Lu le 25 mai 1791.

L'organisation du tronc du palmier est très-différente (1) ; on ne voit sur la coupe transversale (*fig.* 1, *pl.* 1) du tronc de cet arbre, en aucune manière, l'organisation du bois et de l'écorce de la plupart des autres arbres. Au lieu de couches annuelles et de prolongemens médullaires, on ne distingue que des taches noires, dispersées sans ordre sur un fond blancheâtre ; les plus grandes de ces taches n'ont qu'un tiers de ligne en diamètre, les autres sont de plus en plus petites, à mesure qu'elles se trouvent placées plus près de la circonférence du tronc.

J'ai vu dans le tronc du même arbre, fendu longitudinalement (*fig.* 2, *pl.* 1), des filets de même couleur et de même diamètre que les taches de la coupe transversale, et en même nombre; en effet, ces traits étoient formés par des filets longitudinaux. Il y avoit entre ces filets une substance blanchâtre qui les enveloppoit et qui paroissoit sur la coupe transversale, entre les taches noires.

J'ai vu une portion d'un vieux tronc de palmier déchirée longitudinalement : elle avoit deux pieds cinq pouces de longueur. Presque tous les filets s'étendoient en ligne droite d'un bout à l'autre : quelques-uns seulement étoient inclinés ou recourbés ; leur direction est très-apparente, n'y ayant plus, entre la plupart, de substance blanchâtre qui les enveloppât; elle avoit été détruite par vétusté, et les filets étoient jaunâtres ; mais dans les endroits où la substance blanchâtre étoit restée, les filets qu'elle enveloppoit avoient leur couleur noire.

Il y a lieu de croire que les filets longitudinaux, et la substance blanchâtre du tronc du palmier, correspondent au reseau ligneux, à la moëlle, et aux prolongemens médullaire, etc. de la plupart des autres arbres. Ce qui me

(1) M. Tillet ayant été obligé de faire couper une petite portion de la partie inférieure du tronc de cet arbre, qui est à la porte du cabinet de l'Académie, pour l'asseoir en direction verticale, je lui demandai cette retaille, pour y faire quelques observations.

persuade que cette substance blanchâtre peut-être comparée à une moëlle, c'est que j'ai vu, par le moyen du microscope, des vésicules transparentes dans une parcelle de cette substance, quoiqu'elle fut desséchée et altérée par vétusté.

Le tronc de la plupart des arbres grossit chaque année, par l'addition d'une nouvelle couche annuelle qui se forme entre le bois et l'écorce. Au contraire, le palmier ne grossit plus dès qu'il a pris le port d'un arbre, et qu'il est pour ainsi dire hors de l'âge de puberté, suivant les expressions de Kempfer, dans son Histoire du palmier (1). Cet auteur ajoute qu'alors les parties n'augmentent ni en nombre ni en grosseur, excepté le tronc qui s'élève dans la suite; mais il garde toujours la même forme cylindrique ABCD, *pl.* 2, *fig.* 1 et 2 représentent une portion du tronc d'un palmier coupé en deux parties à l'endroit (B, *fig.* 1, C *fig.* 2): l'extrêmité supérieure D a autant de diamètre que l'inférieure A.

Il y a sur le tronc de palmier (*pl.* 2), qui est au cabinet de l'Académie, une preuve convaincante de ce fait. Ce tronc est embrassé par une grosse lianne (EEEE, *fig.* 1 *et* 2), qui y fait plusieurs circonvolutions. Lorsqu'un arbrisseau embrasse un arbre, leur accroissement cesse dans tous les points de leur contact. J'ai fait voir à la Société d'Agriculture un chevre-feuille qui, à l'âge d'un an, avoit embrassé un coudrier âgé de quatre ans (2). Ces deux plantes avoient crû ensemble pendant cinq ans: alors elles furent coupées. J'ai reconnu que dans les endroits de leur contact, le coudrier n'avoit que quatre couches annuelles, et le chevre-feuille seulement une; mais dans les autres parties, le chevre-feuille avoit six couches, et le coudrier neuf. Cette irrégularité, dans l'accroissement, avoit rendu les deux plantes difformes, principalement le coudrier: il avoit une tumeur

(1) *Amœnitatum exoticarum fasciculus IV*, *pag.* 675 *et suiv.*

(2) Voyez les Mém. d'agric., an. 1786, trimestre de printemps, p. 65 (*pl.* 1, *fig.* 1).

qui s'élevoit en spirale au-dessus du chevre-feuille, et qui suivoit ses contours. Le lien formé par le chevre-feuille n'avoit pu se relâcher; au contraire, il étoit devenu de plus en plus ferme, et il s'étoit resserré par le vain effort qu'avoient fait les deux plantes pour croître dans les endroits qui se touchoient.

La lianne qui est sur le tronc de palmier de l'Académie, *(pl. 2, fig. 1 et 2)*, avoit un an lorsqu'elle l'a embrassé, et elle étoit parvenue à l'âge de six ans lorsqu'elle a été coupée avec ce palmier. A présent il n'y a qu'une couche annuelle dans la lianne aux endroits qui touchent le palmier, tandis qu'elle a six couches dans les autres endroits. La lianne a donc pressé fortement pendant cinq ans le tronc du palmier; cependant on n'y voit aucune dépression, il est-à-peu-près de même diamètre dans toute sa longueur : c'est une preuve incontestable qu'il avoit toute sa grosseur losqu'il a été embrassé par la lianne. Mais si ce lien s'étoit formé autour du palmier avant qu'il n'eût pris toute sa grosseur, on ne peut guère présumer ce qui en seroit arrivé. Suivant le rapport de Kempfer, le palmier-dattier n'est adulte qu'à cinquante ans; passé cet âge, il ne prend aucun accroissement, par conséquent il ne peut rencontrer aucun obstacle qui déforme son tronc à l'extérieur : mais pendant qu'il grossit, toute plante ligneuse qui l'embrasse doit s'opposer à l'accroissement de cet arbre dans tous les endroits où elle le comprime. On sait qu'un tronc d'arbre qui a été formé par des couches annuelles doit avoir moins de diamètre à la partie supérieure qu'à l'inférieure. Comment se peut-il donc qu'un palmier ait toujours le même diamètre, à quelqu'hauteur que cet arbre puisse atteindre?

Les observations que j'ai pu faire sur les troncs de deux palmiers en différens états, et les faits que j'ai tirés de l'histoire et de la description de cet arbre par Kempfer, m'ont donné quelques idées sur l'organisation et l'accroissement du palmier.

J'ai vu beaucoup de ressemblance d'organisasion entre les pétioles des deux ou trois premières feuilles que produit le palmier-dattier dans les premiers mois de son âge, et l'organisation du tronc; ainsi j'ai tout lieu de croire que les pétioles des feuilles sont un prolongement des filets ligneux et de la substance cellulaire du tronc.

Suivant Kempfer, il paroît, à six mois ou un an, au centre de la jeune plante, un tubercule, comme un bourgeon formé par les rudimens de feuilles serrées les unes contres les autres, et contournées en rond; il sort premièrement une feuille de ce bourgeon, et d'autres ensuite, pendant toute la vie de l'arbre, dont la durée est de deux ou trois cens ans, au rapport de Kempfer. Suivant le même auteur, le palmier-dattier est dans sa vieillesse à cent ans, et dans sa décrépitude à l'âge de deux cens ans, et même de beaucoup au-delà, suivant la tradition du pays. Un palmier-dattier adulte a vingt-quatre ou trente pieds de hauteur; en vieillissant il va jusqu'à environ cinquante pieds, et a soixante-dix pieds et plus dans sa décrépitude.

Le tronc est revêtu par les feuilles ou par les restes de leurs queues. Tous les ans l'arbre produit environ sept feuilles nouvelles, et il s'en déssèche sept des plus anciennes. Les restes des feuilles forment sur le tronc, au lieu d'une vraie écorce, une enveloppe (A A, *fig.* 1 *et* 2, *pl.* 1), d'abord écailleuse, ensuite raboteuse, en enfin unie lorsque l'arbre est en décrépitude.

Chaque feuille, en sortant du bourgeon, est formée par un prolongement des filets ligneux, et de la substance cellulaire qui sont dans le tronc de l'arbre: on les voit dans le pétiole, ils sont très-apparents dans les restes de la feuille déssèchée qui tiennent au tronc. L'accroissement de ce tronc est donc produit par les feuilles qui en sortent chaque année. Comme les filets ligneux et la substance cellulaire dont les nouvelles feuilles font un prolongement, partent toujours du centre, ils forcent toujours les feuilles précédentes de se

rejetter en dehors. Il s'ensuit que la partie qui fait tous les ans l'accroissement du tronc, se forme au centre. La partie déjà formée dans les années précédentes, doit nécessairement être déplacée et portée au dehors, comme l'écorce des arbres, qui en ont une est rejettée en dehors pour faire place aux nouvelles couches qui se forment entre l'écorce et l'aubier. Cette sorte de recul n'a point de limites dans ces arbres, parce qu'il se forme tous les ans de nouvelles couches corticales qui sont flexibles, et que les anciennes qui ne le sont plus, se fendent et se détruisent; aussi la grosseur de ces arbres n'est pas limitée comme celle du palmier-dattier, qui ne va guère au-delà de dix pouces. C'est parce que la substance du tronc a d'autant plus de compacité qu'elle se trouve plus près de la circonférence, qu'à un certain point de densité, elle ne peut plus céder à l'effet des parties intérieures du tronc, et se porter en dehors; aussi l'arbre parvenu à terme ne grossit plus.

C'est par la même raison que le tronc du palmier a la même grosseur dans toute sa longueur; à mesure que l'arbre s'élève, les parties de la substance du tronc perdent successivement leur fléxibilité au même terme, ainsi elles doivent cesser de se porter en dehors lorsqu'elles sont parvenues au même degré de densité dans tous les points de la hauteur de l'arbre : par conséquent le tronc a nécessairement la même grosseur dans toute sa longueur.

Au contraire, les arbres dont le bois est formé par couches annuelles, grossissent tant qu'ils vivent; leur tronc a moins de diamètre à sa partie supérieure qu'à l'inférieure. La grosseur de ces arbres augmente pendant toute leur vie, parce qu'il se forme tous les ans une nouvelle couche entre l'aubier et l'écorce. La partie inférieure du tronc est la plus grosse, parce qu'elle renferme un plus grand nombre de couches ligneuses et corticales. La figure du tronc est le plus souvent fort irrégulière, et même difforme, parce que les couches annuelles n'ont pas la même épaisseur dans toutes les parties

de leur circonférence; les racines et les branches sont les causes de cette inégalité, par la différence de grosseur et de force qui se trouvent entre elles. Les branches qui ont crû sur le tronc, le déforment et gâtent le fil du bois en dedans.

Jusqu'à présent on a regardé les palmiers comme des arbres dont le tronc avoit du bois et de l'écorce; je viens moi-même d'employer toutes ces dénominations par rapport au palmier-dattier, pour mieux faire entendre ce que j'avois à en dire. Cependant il me paroît qu'il n'y a dans le palmier ni bois proprement dit, ni écorce, et que par conséquent ce n'est pas un arbre, quoiqu'il s'élève à une très-grande hauteur, et que la substance de son tronc soit fort dure; mais il n'a point de branches, point d'autre écorce que des restes de ses feuilles desséchées, et presqu'entièrement détruites. Cependant, quoique la substance du tronc du palmier n'ait pas la même organisation que le bois des vrais arbres, elle est composée, comme ce bois, de fibres ligneuses et de substance cellulaire, disposées d'une manière particulière; c'est essentiellement une sorte de bois qui diffère du bois ordinaire : il faudroit donc avoir un nom particulier pour désigner le bois du palmier. Il seroit difficile d'exprimer son caractère par un seul mot; mais on pourroit peut-être le dénommer bois en faisceaux, *lignum fasciculatum*, pour le distinguer du bois ordinaire, qui est par réseaux, *lignum reticulatum*.

J'ai reconnu l'organisation du bois par faisceaux, dans plusieurs espèces de plantes, que Linné a comprises sous le genre qu'il a nommé *calamus*.

Le rotin ou rotan est une plante à bois en faisceaux, bien connu dans le commerce, parce que l'on en fait des cannes appellées badines. Ses filets ligneux sont, à proportion, plus nombreux que ceux du palmier-dattier, et par conséquent la substance cellulaire est en moindre quantité. La cavité des filets est plus grande, de manière que j'ai vu le jour à travers les filets d'une lame transversale de ce bois, qui avoit deux

lignes d'épaisseur et quatre lignes de diamètre ; l'eau que l'on soufle dans les tiges du rotin passe d'un bout à l'autre ; toutes ces circonstances contribuent à rendre ces tiges fort légères et flexibles. Les filets ligneux étant dépouillés de la substance cellulaire qui les enveloppe, sont assez déliés et assez souples pour former au bout de la tige une brosse qui sert pour nettoyer les dents. C'est avec la partie extérieure du bois du rotin, coupée en lanières, que l'on fait le tissu des siéges de cannes : on dit que cette plante est fort abondante sur les côtes du détroit de Malaca.

Le rotin n'étoit connu jusqu'à présent que par les tiges qui se débitent dans le commerce ; mais il vient d'en arriver au jardin des plantes un plant bien conditionné, qui m'a donné l'occasion de faire sur cette plante des observations plus étendues. Le C. Thouin choisit en 1788, parmi les jardiniers du jardin des plantes, le C. Joseph Martin, pour l'envoyer au delà des mers, chercher des plantes pour l'école de botanique. Le C. Martin a bien justifié le choix du C. Thouin, car il a rapporté en 1789 l'envoi le plus précieux qui ait jamais été fait pour ce bel établissement. Le rotin s'est trouvé dans cet envoi, il est bien enraciné, et il pousse vigoureusement.

Les filets ligneux de la tige du rotin paroissent à sa surface, en ce qu'elle a des stries longitudinales : elle sont lisses et luisantes. Les gaînes des feuilles enveloppent la tige, et les feuilles sont placées alternativement de côté et d'autre, à différentes distances, qui sont de plus en plus grandes, à mesure que la tige s'élève ; il y avoit sur la partie inférieure d'une tige que j'ai vue, et dont la longueur étoit de deux pieds et demi, quatre pouces de distance entre la première et la seconde feuille, et neuf pouces entre la quatrième et la cinquième feuille. Il y a des tiges de rotin qui sont fort élevées ; mais je n'en ai point vu. Celles du rotin qui est au jardin des plantes n'ont que trois pieds : les gaînes des feuilles sont formées par des filets ligneux de la partie extérieure

rieure de la tige, et par la substance cellulaire qui est entre eux.

On voit sur la coupe longitudinale de la tige du rotin, que sa partie extérieure devient plus compacte dans l'épaisseur d'environ un tiers de ligne. Cette partie se sépare du reste de la tige à l'endroit de la feuille suivante, devient une gaîne épineuse, et recouvre une partie de la tige qui a pris de la compacité. Cette partie se sépare à son tour de la tige, et devient aussi une gaîne épineuse : les mêmes productions se font successivement dans les intervalles qui se trouvent entre deux feuilles. Pendant cet accroissement le corps de la tige a le même diamètre dans toute sa longueur, comme dans le palmier-dattier; ce qui vient nécessairement de ce que les filets ligneux et la substance cellulaire se développent et accroissent à mesure que la tige s'élève.

Des deux gaînes qui embrassent la tige du rotin, l'intérieure tient au moins en partie à cette tige; elle est lisse par le dehors. La gaîne extérieure a aussi sa surface intérieure lisse, mais l'extérieure est parsemée d'épines, placées irrégulièrement, un peu inclinées en haut, de couleur brune et de longueur inégale : celles que j'ai vu s'étendoient au plus à un demi-pouce de longueur.

Le pétiole de la feuille a aussi des épines comme la gaîne dont il est un prolongement. Ce pétiole étoit terminé par une foliole, dans la feuille que j'ai observée, et portoit de chaque côté treize autres folioles, qui avoient quelques petites épines. Les premières folioles avoient sept ou huit pouces de longueur et les dernières quatre ou cinq pouces.

Le jet ou jonc, dont on fait des cannes, et qu'on nous apporte de Bengale et de Malaca, est un bois en faisceaux; ses filets ligneux m'ont paru, à proportion, plus nombreux que dans le palmier. Il y a moins de substance cellulaire entre eux, et la cavité des filets est plus grande, de manière que j'ai vu le jour à travers les filets d'une lame transversale de ce bois, qui avoit quatre lignes d'épaisseur et huit

lignes de diamètre ; aussi l'eau que l'on souffle dans ces jets, passe d'un bout à l'autre : toutes ces circonstances contribuent à les rendre aussi légers et flexibles qu'ils le sont. Linné ne rapporte au genre calamus qu'une seule espèce, sous le nôm de rotang ; cette plante n'est pas le jet : les botanistes n'en ont aucune connoissance.

La partie extérieure de la tige de cette plante ne m'a paru différer de l'intérieur, qu'en ce que les filets ligneux y sont plus serrés les uns contre les autres, comme dans le palmier-dattier ; mais il y a sur le jet des nœuds circulaires, placés à différentes distances les uns des autres. Après avoir observé l'organisation intérieure à l'endroit de l'un de ces nœuds, j'ai présumé qu'il n'avoit été formé que par une feuille qui étoit sortie de la tige à cet endroit, et que l'on avoit détachée de chaque nœud des jets que l'on vouloit mettre dans le commerce. Les filets ligneux qui entrent dans chaque feuille se détachant de la tige, en diminuent le diamètre, ainsi les parties qui sont entre deux nœuds ont d'autant moins de grosseur, qu'elles se trouvent placées à une plus grande hauteur. Les parties qui sont entre les nœuds ont différentes longueurs, et chaque partie a moins de diamètre à l'extrémité supérieure. On recherche pour faire des cannes, les parties les plus longues, et dont la forme est le plus agréable à l'œil par la diminution successive de leur diamètre : c'est ce que l'on appelle un jet bien filé. Cette plante diffère donc du palmier-dattier, en ce que les feuilles sont à de longues distances les unes des autres, et que la tige n'a pas le même diamètre dans toute sa longueur.

Cette feuille, avant de sortir au dehors, forme le long du jet une côte qui est d'autant moins saillante que le jet est plus jeune et par conséquent la feuille plus petite : à peine cette côte est-elle sensible sur les jets menus et longs qui sont les plus recherchés.

Il y a beaucoup d'autres plantes que le palmier-dattier, le jet, et le rotin, dont la tige est formée par des filets

ligneux longitudinaux, et par une substance cellulaire; mais parmi ces plantes il s'en trouve plusieurs qui ont aussi des filets ligneux transversaux, placés par groupes à de certaines distances : telles sont la grande ferule d'Affrique, le maïs, et la canne à sucre, etc. Ces filets transversaux sont plus ou moins nombreux dans ces différentes espèces de plantes; dans d'autres ils forment, avec la substance cellulaire qui les accompagne, une cloison pleine et compacte, comme dans l'angélique, le roseau-quenouille, le bambou, etc. L'espace qui se trouve entre les cloisons transversales dans l'intérieur de ces plantes, est vide. Dans d'autres plantes, ces intervalles renferment, avec les filets longitudinaux, une substance cellulaire; telles sont la canne à sucre, le maïs, et beaucoup d'autres. En suivant l'examen de l'organisation des troncs des arbres et des tiges des plantes, on trouvera de nouveaux moyens pour déterminer les caractères spécifiques des végétaux, et distinguer les caractères essentiels des qualités accidentelles et variables. Cette distinction n'est pas établie jusqu'à présent sur des principes plus certains pour les races des animaux que pour les variétés des végétaux. On fait tous les jours des équivoques, en prenant pour espèce ce qui n'est que race ou variété. Si l'on avoit des moyens sûrs pour reconnoître les caractères vraiment spécifiques, on éviteroit beaucoup d'erreurs en histoire naturelle.

TABLE

DES HAUTEURS

DU THERMOMÈTRE ET DU BAROMÈTRE,

POUR LES OBSERVATIONS D'ÉTOILES.

Mémoires de l'Acad. 1789, *pag.* 206 *et suiv. Mémoires de l'Acad.* 1790, *pag.* 369 *et suiv.*

PAR JÉROME LALANDE.

1789.	deg.	p.	l.	*Mém.* 1790.							
10 août.	+ 17	28	1								
11	18	28	1	1789.	deg.	p.	l.		deg.	p.	l.
12	17	28	0	1 nov.	+ 2	28	1	6 mars.	4	28	5
14	13	28	1	11	+ 1	28	1	7	2	28	5
19	16	28	0	19	+ 4	27	9	8	3	28	5
23	10	28	2	26	— 4	28	5	9	5	28	3
24	12	28	3	16 déc.	+ 4	27	5	13	5	28	6
25	18	28	2	18	+ 3	28	3	14	4	28	6
26	12	28	1	1790.				15	2	28	6
27	14	28	1	1 janvier.	— 1	28	4	16	2	28	6
29	11	27	10	18	— 1	28	1	17	4	28	6
9 sept.	13	28	3	19	— 1	28	2	18	3	28	4
9	13	28	3	20	0	28	5	19	5	28	3
10	13	27	11	17 février.	+ 4	28	5	20	5	28	3
12	8	28	4	19	+ 1	28	6	21	5	28	2
13	9	28	1	20	2	28	5	27	8	27	11
25	8	28	3	21	5	28	4	28	9	27	11
16 octob.	6	28	0	24	5	28	4	29	9	28	0
20	10	28	0	25	6	28	4	31	7	27	10

FIN.



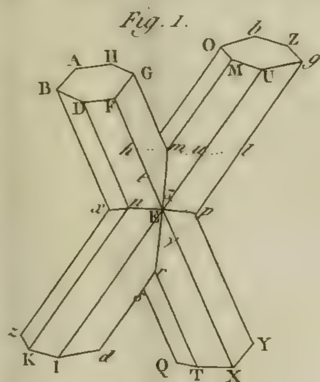


Fig. 1.

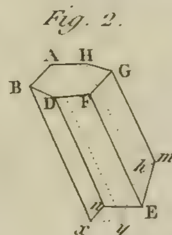


Fig. 2.

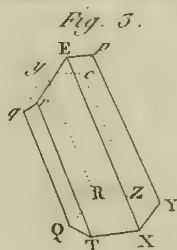


Fig. 3.

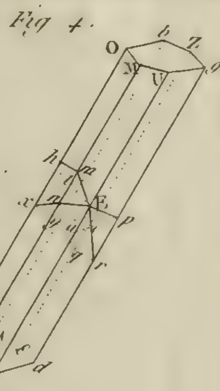


Fig. 4.



Fig. 5.

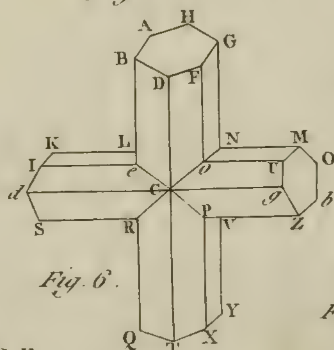


Fig. 6.

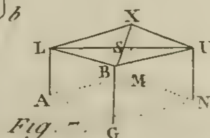


Fig. 7.



Fig. 8.

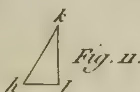


Fig. 11.

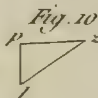


Fig. 10.

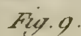


Fig. 9.

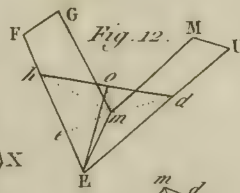


Fig. 12.

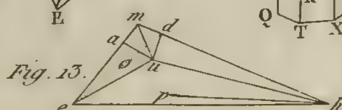


Fig. 13.

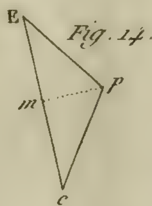


Fig. 14.

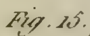
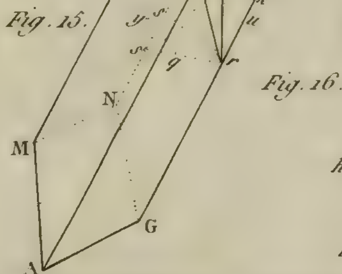


Fig. 15.



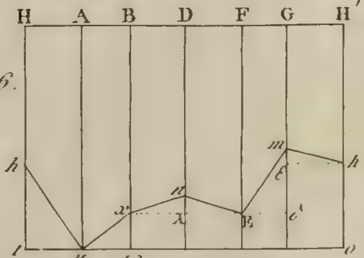
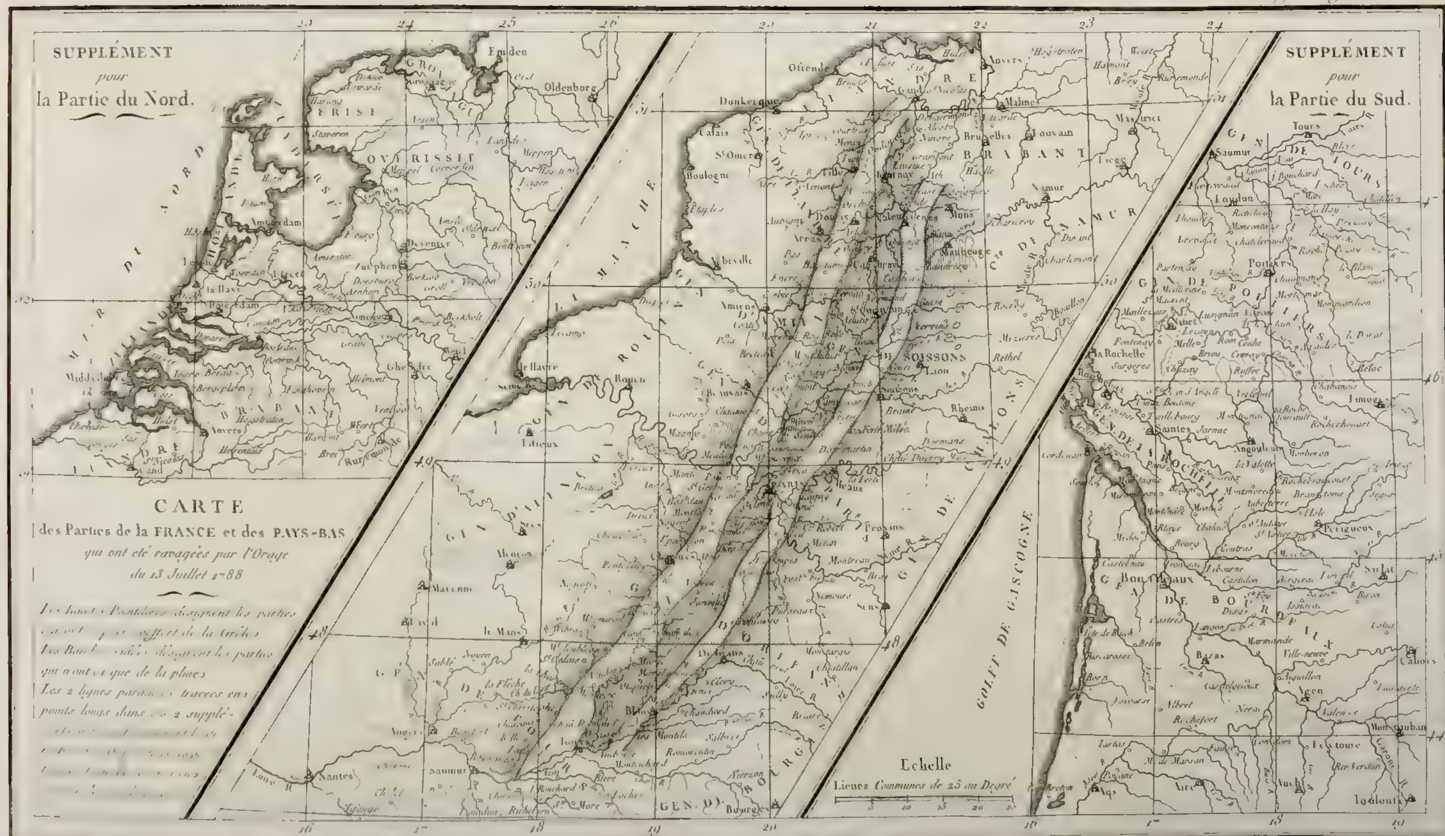
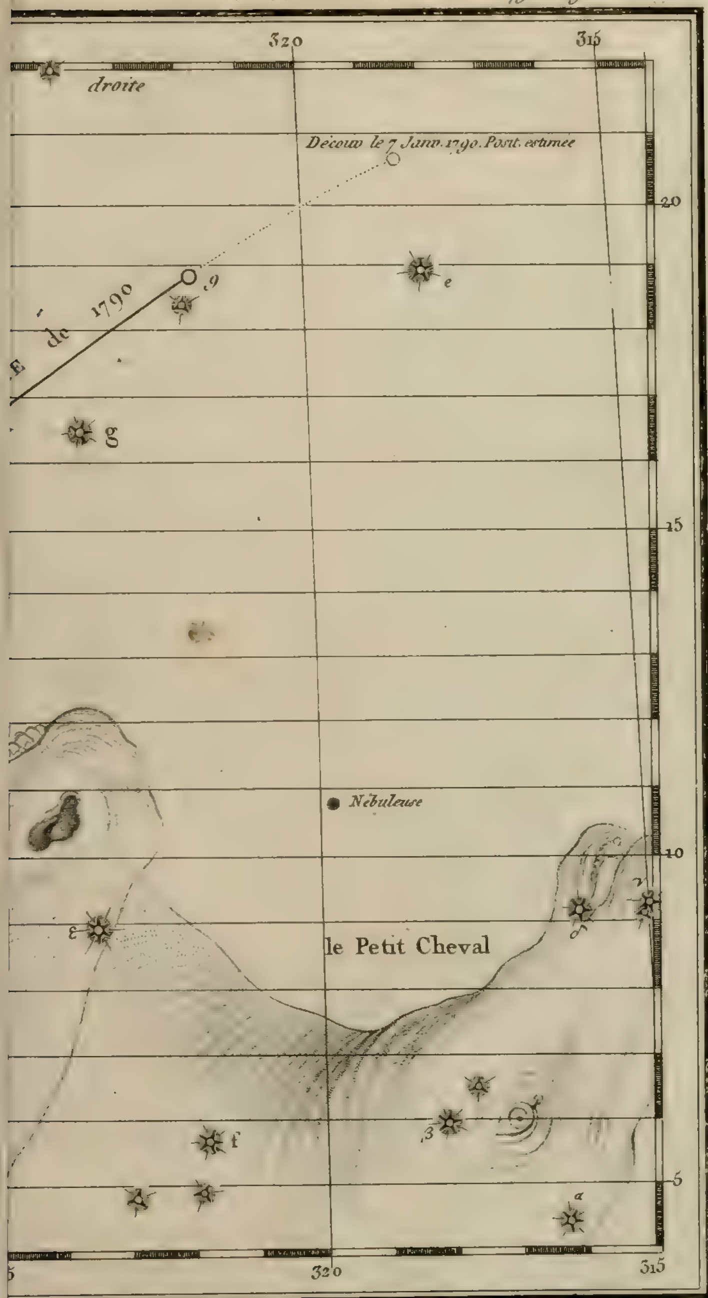


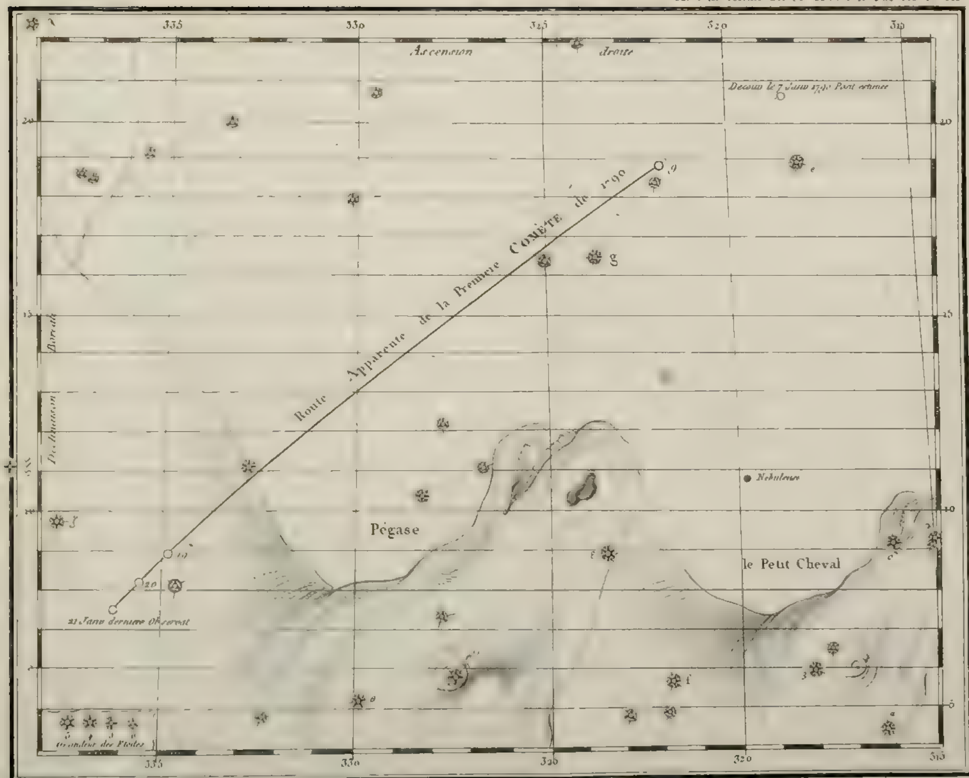
Fig. 16.



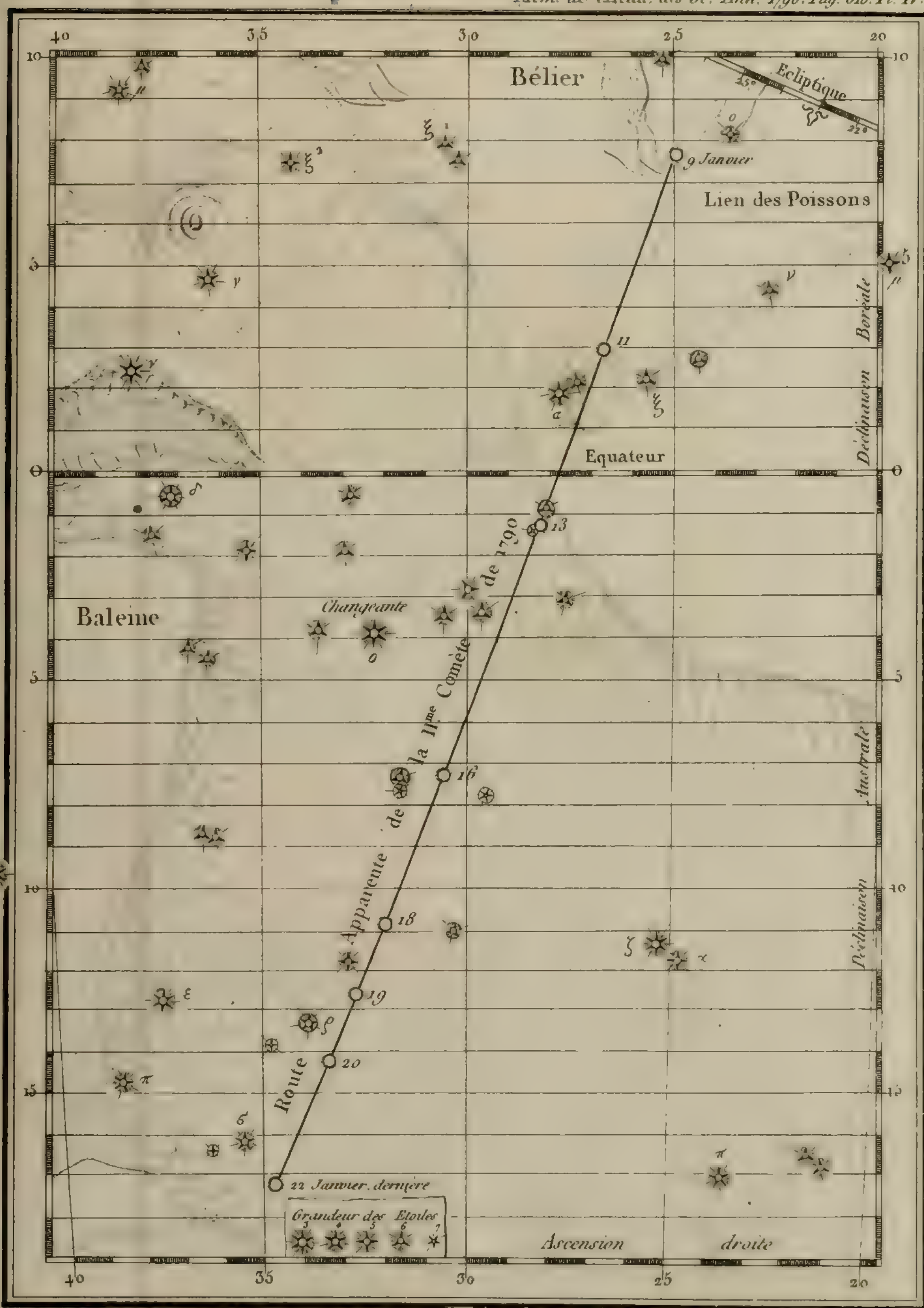

SUPPLÉMENT
pour
la Partie du Sud.
GOLFE DE GASCOGNE
GEN. DE TOURS
GEN. DE POITIERS
GEN. DE LA ROCHELLE
GEN. DE BOURDEAUX
Tours
Saumur
Chinon
Loudun
Richelieu
Loches
Thouars
Poitiers
Chatelleraud
Parthenay
Niort
Fontenay
la Rochelle
Rochefort
St Jean d'Angely
Saintes
Angoulême
Cordouan
Royan
Limoges
Perigueux
Libourne
Bourdeaux
Bergerac
Sarlat
Blaye
Tête de Buch
Bazas
Marmande
Agen
Cahors
Montauban
Condom
Auch
Toulouse
Aqs
Aire
Mt de Marsan
Tartas
Nerac
Albret
Rochefort
SUPP
la Pa
Anvers
Malines
Louvain
Namur
Liège
Mastricht
BRABANT
C. DE NAMUR
Charlemont
Dinant
Rocroy
Bouillon
Mezieres
Rethel
des P
Les Ba
qui on
Les Ba
qui n'o
Les 2
points
ments
rection
ties sur
que pe
Degré
16
17
18
19
44
45
46
47
49
50
51
52
23
24


SUPPLÉMENT
pour
la Partie du Nord.
SUPPLÉMENT
pour
la Partie du Sud.
CARTE
des Parties de la FRANCE et des PAYS-BAS
qui ont été ravagées par l'Orage
du 13 Juillet 1788
Echelle
Lieues Communes de 25 au Degré
MER DU NORD
LA MANCHE
GOLFE DE GASCOGNE
Emden
Oldenborg
Amsterdam
Rotterdam
Anvers
Ostende
Dunkerque
Calais
Boulogne
Bruxelles
Louvain
Namur
Mons
Maubeuge
Abbeville
Amiens
Soissons
Laon
Rheims
Rouen
le Havre
Paris
Meaux
Provins
Sens
Chartres
Orléans
Blois
le Mans
Alençon
Angers
Nantes
Saumur
Tours
Poitiers
la Rochelle
Angoulême
Périgueux
Bordeaux
Agen
Montauban
Tolouse


320
315
droite
Découv. le 7 Janv. 1790. Posit. estimée
20
E de 1790
e
g
15
Nébuleuse
10
le Petit Cheval
f
a
5
320
315

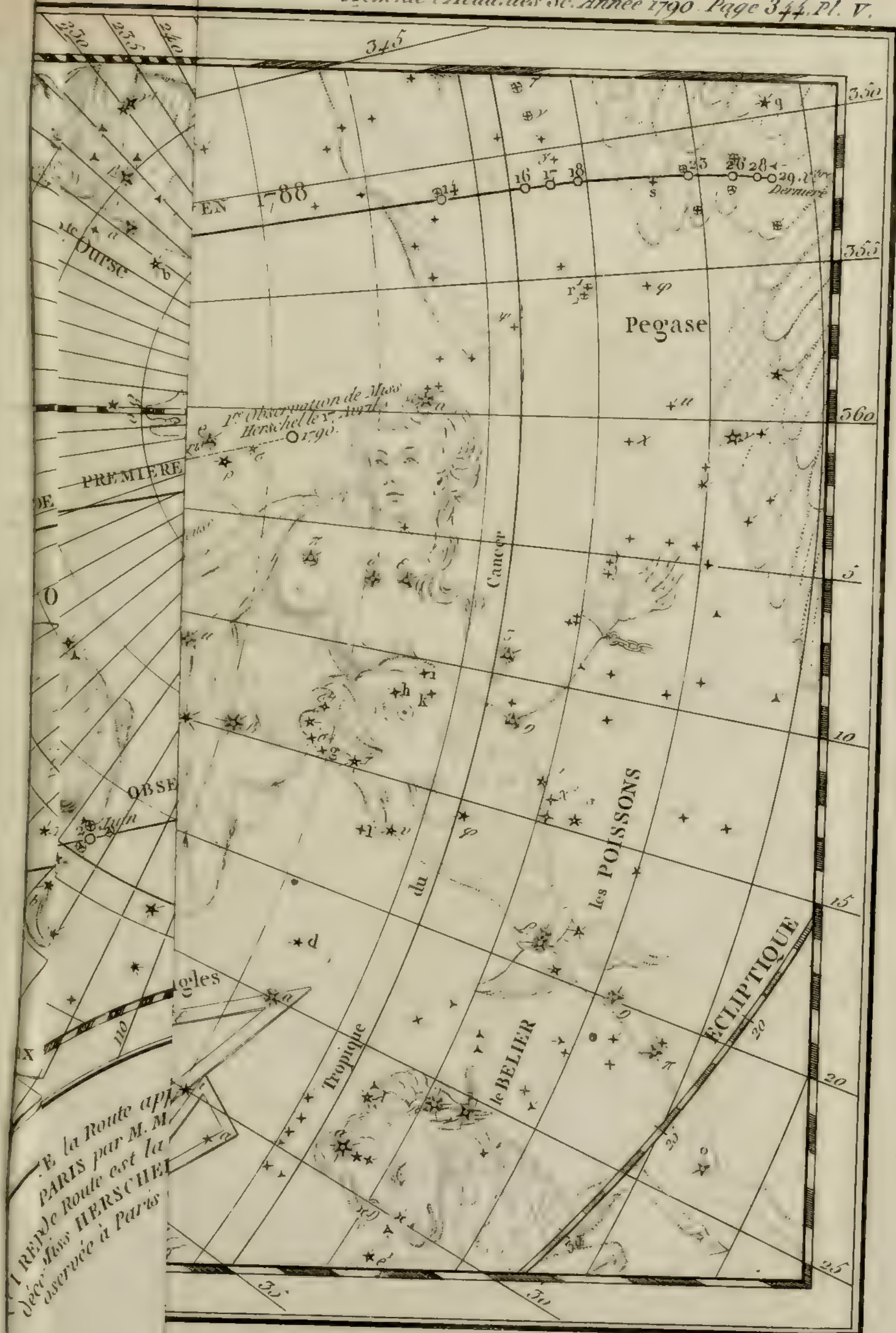


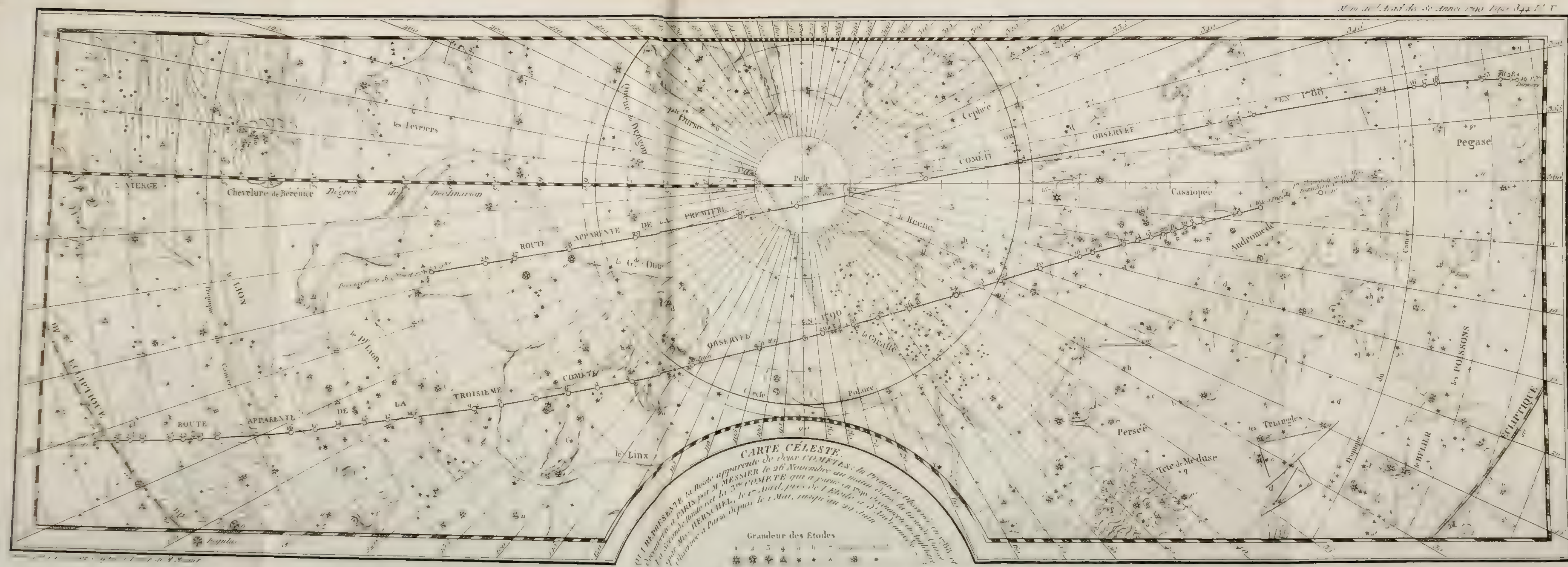
Gravé par Y. le Gouaz, d'après le Dessin de M. Messier



Gravé par Y. le Gouaz, d'après le Dessin de M. Messier.




EN 1788
Dernière
Pegase
1re Observation de Miss Herschel le 1er Avril 1790.
PREMIERE
OBSE
Cancer
du
Tropique
les POISSONS
le BELIER
ECLIPTIQUE
gles
E la Route app
PARIS par M. M.
de Route est la
Miss HERSCHEL
observée à Paris
345
350
355
360
5
10
15
20
25
30



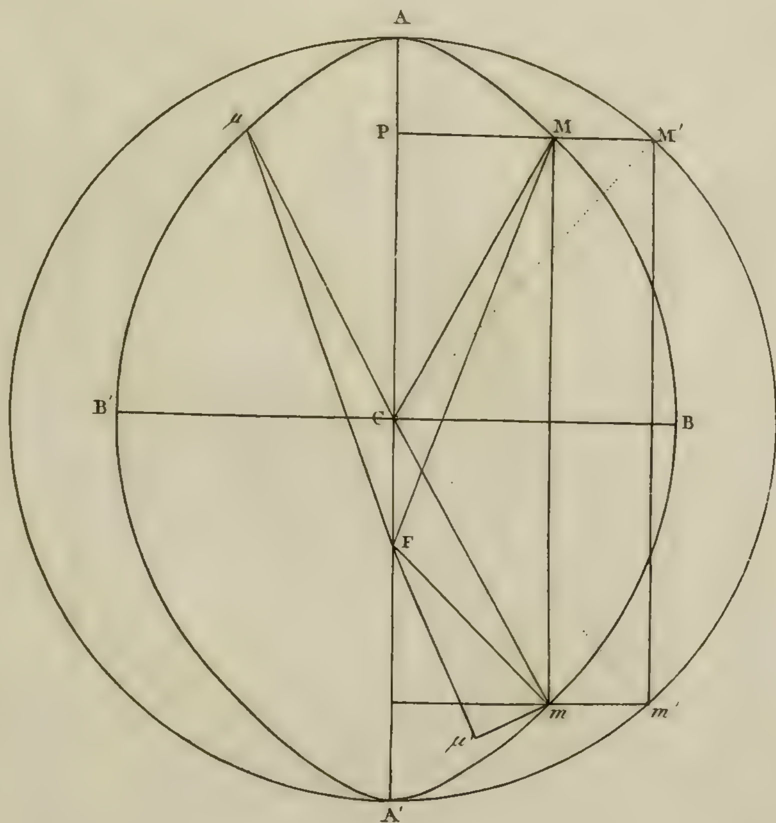
CARTE CÉLESTE,
QUI REPRÉSENTE la Route apparente de deux COMÈTES; la Première Observée en 1788
à PARIS par M. MESSIER le 26 Novembre au matin
La Seconde Route est la 3me COMETE qui a paru en 1790
par Mlle HERSCHEL, le 17 Avril,
Observée à Paris depuis le 1 Mai, jusqu'au 29 Juin
Grandeur des Etoiles
1 2 3 4 5 6
VIERGE
Chevelure de Berenice
Degrés de Declinaison
les Levriers
le LION
le Pt Lion
la Gde Ourse
Queue du Dragon
Pole
Cercle Polaire
le Linx
Regulus
ROUTE APPARENTE DE LA PREMIERE COMETE OBSERVEE EN 1788
ROUTE APPARENTE DE LA TROISIEME COMETE OBSERVEE EN 1790
la Renne
la Giraffe
Cephée
Cassiopée
Andromede
Pegase
Persée
Tete de Meduse
les Triangles
les POISSONS
le BELIER
ECLIPTIQUE

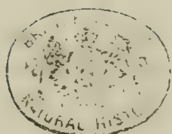


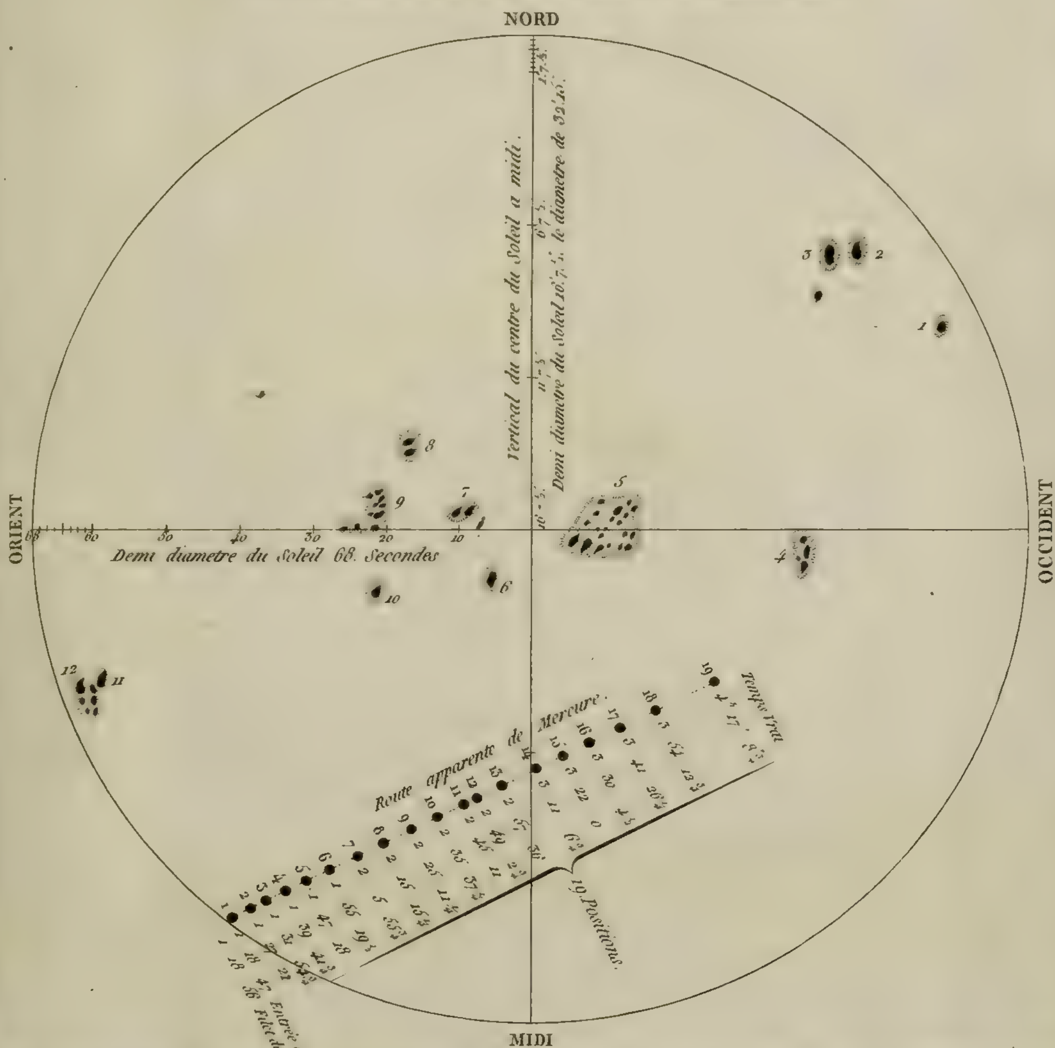
Fossier del

Y. Le Gouaz sculp




Fig. 1.re
A
μ
P
M
M′
B′
C
B
F
m
m′
μ
A′





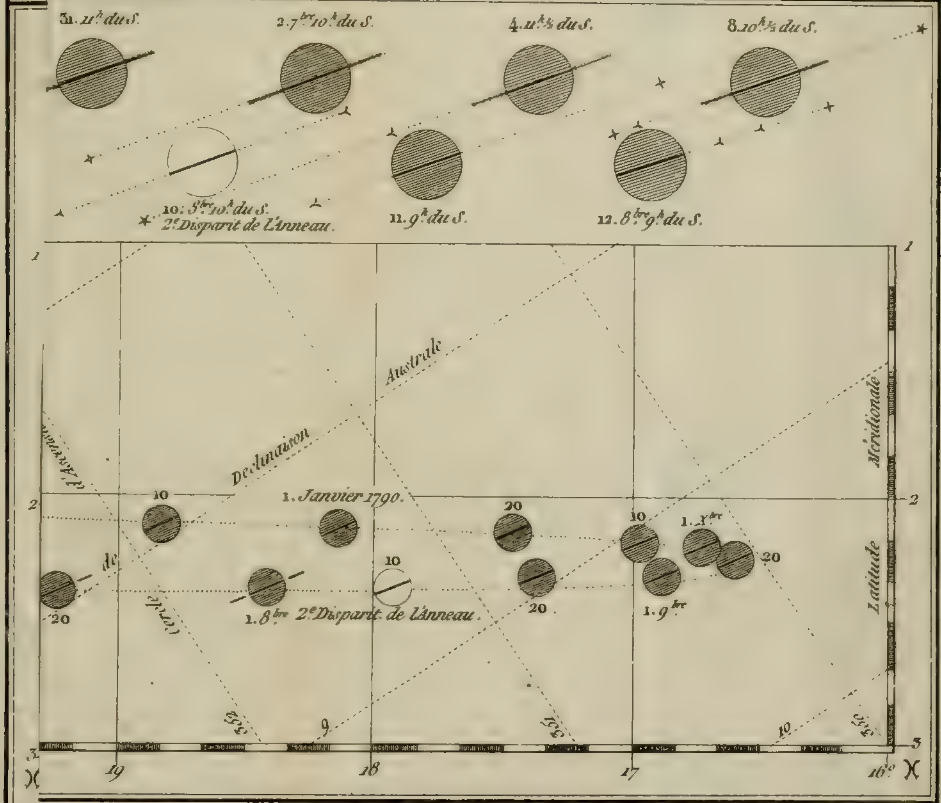
Gravé par T. Le Gouaz, d'après le Dessin de M. Messier.


NATURAL

ellites ou Etoiles qui se sont trouvés dans la direction de l'Anneau.

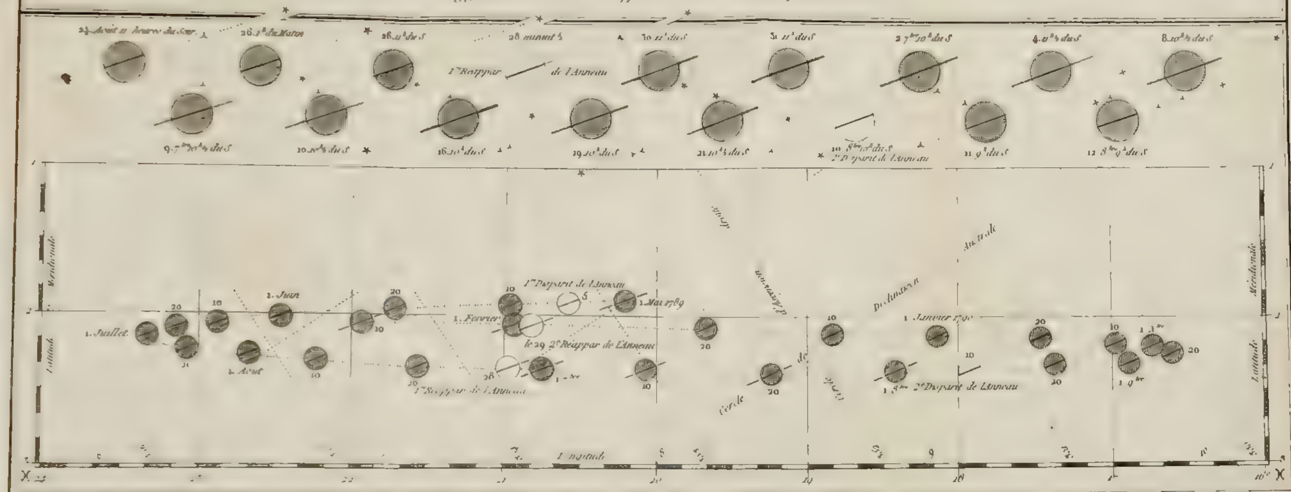
Le les quatre Observations intéressantes des Disparitions et Réapparitions des Anses de l'Anneau de Saturne.

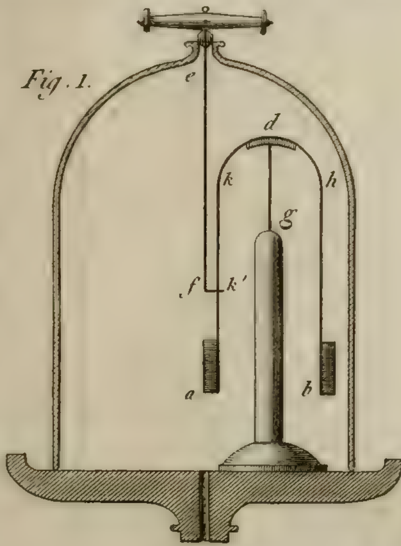
les représentoient: Renversées.

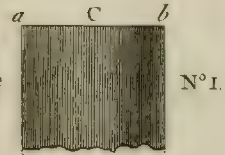


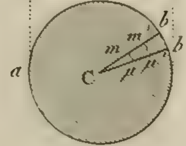
Grave,

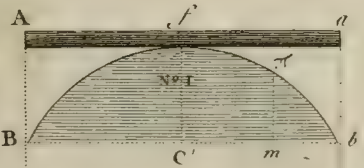
CARTE qui représente les Observations qui ont été faites sur les Anses de l'Anneau de SATURNE et des Satellites ou Etoiles qui se sont trouvés dans la direction de l'Anneau.
Le Second Cadre représente la Route apparente tracée de cette Planète depuis le 1er Mai 1789 jusqu'au 10 Février 1790 Pendant le quel temps sont arrivées les quatre Observations intéressantes des Disparitions et Réapparitions des Anses de l'Anneau de Saturne
Ces Configurations de Saturne sont rapportées comme la Lunette les représentent: Renversées

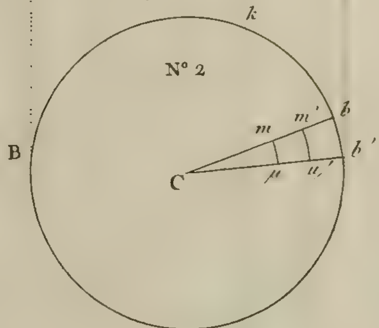


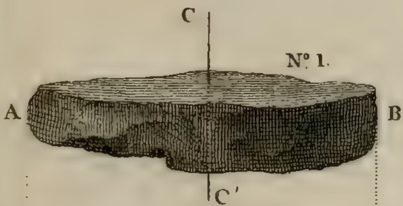


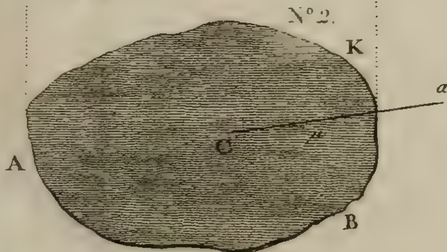






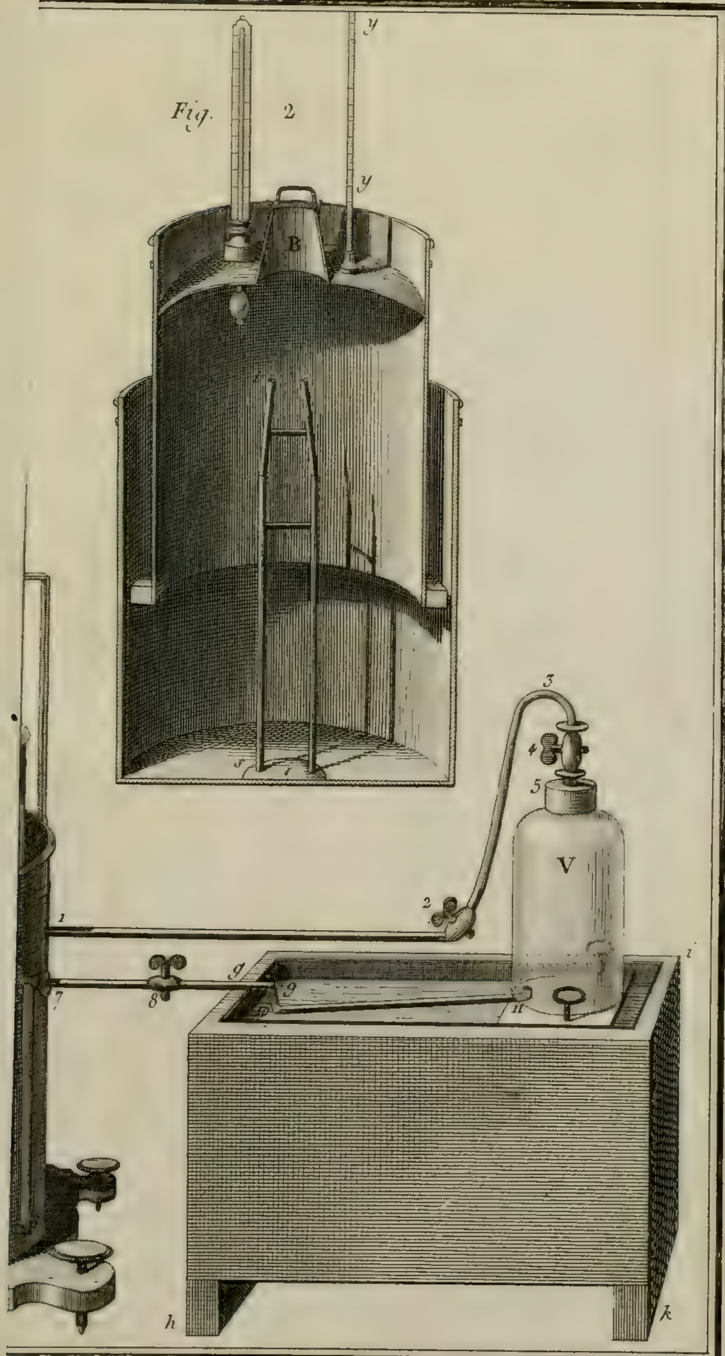




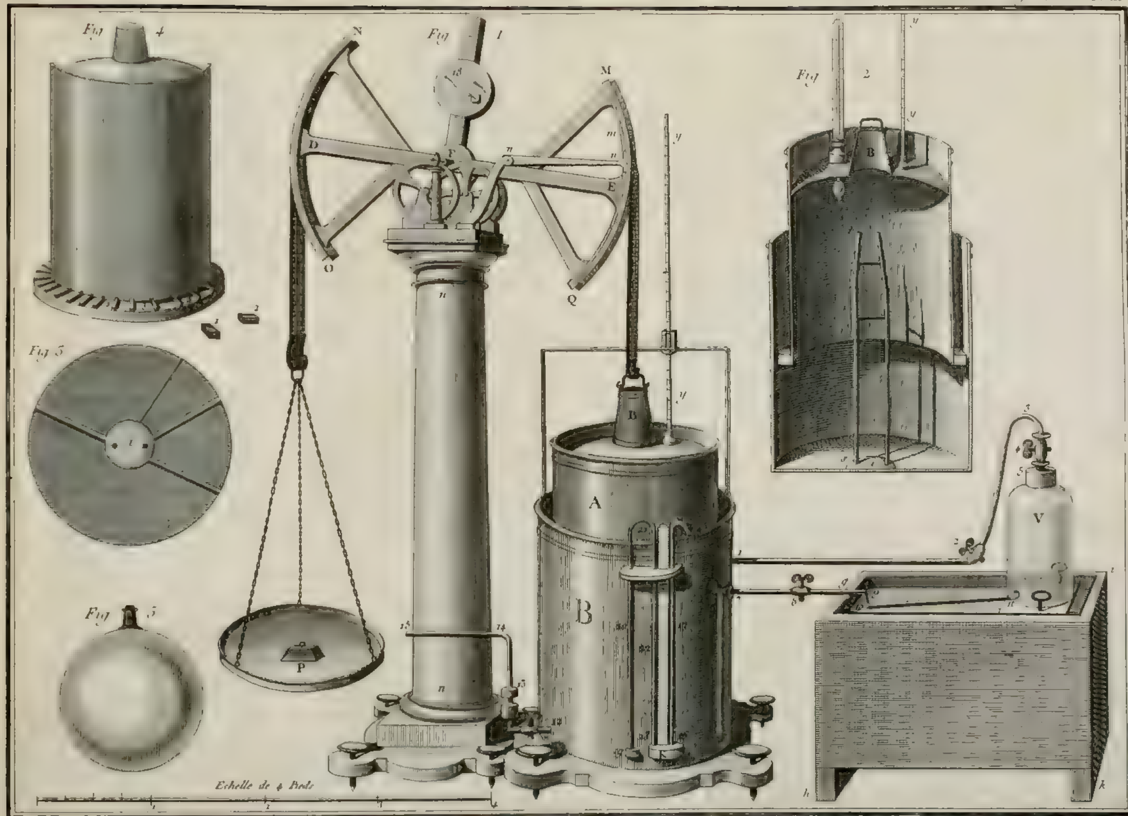


Y. Le Gouaz Sculp.

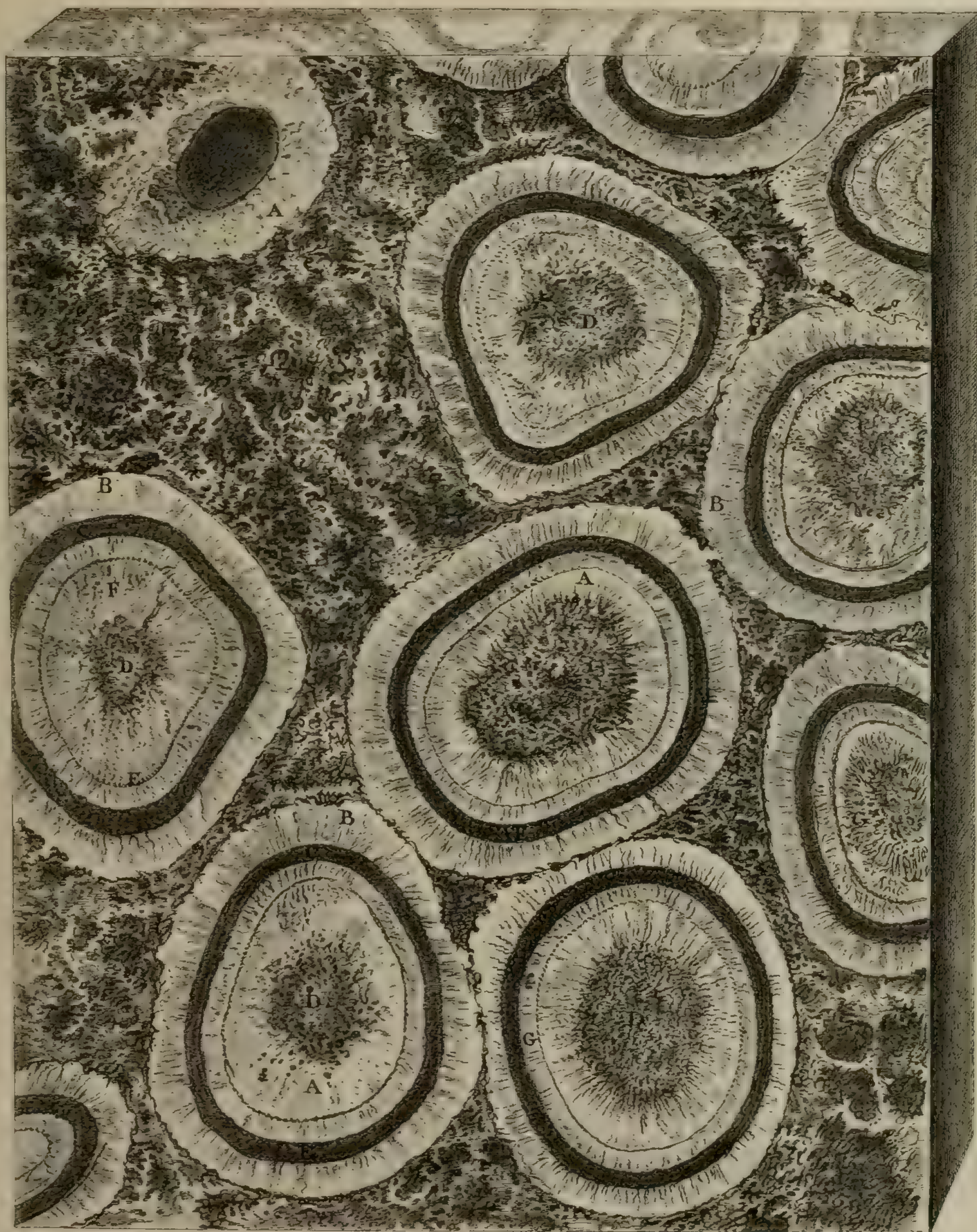




Y Le Gouaz Sculp.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
A
B
V
P
Echelle de 4 Pieds

Granitelle Globuleux



Fossier del. *Y. Le Gouaz sculp.*


BRITISH MUSEUM

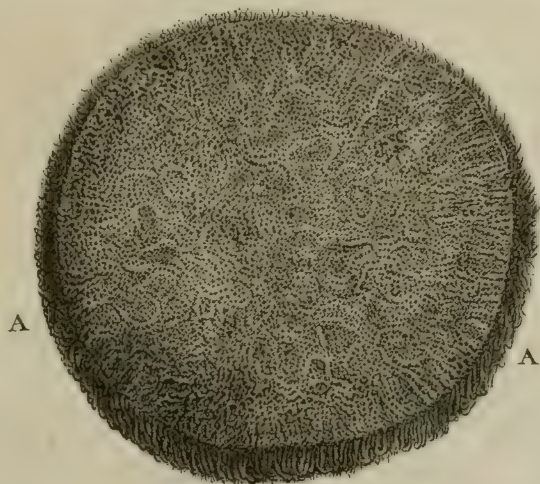


Fig. 1.

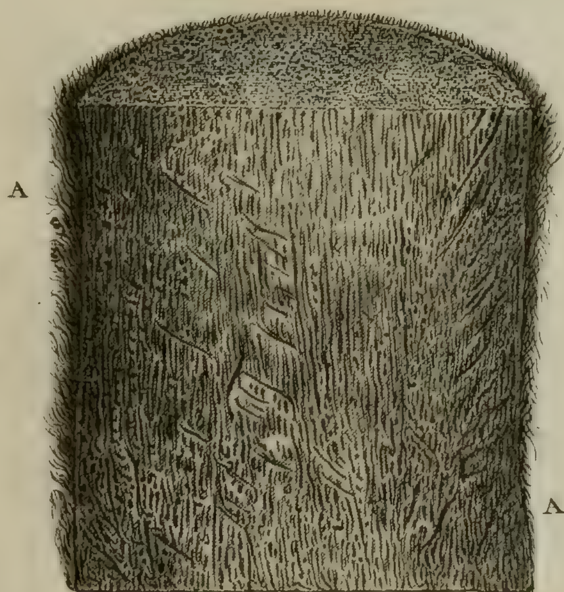


Fig. 2.

Fosier del Y. Le Gouaz sculp.

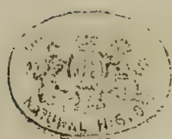

NATURAL



Fig. 1.



Fig. 2.

Fossier del. Y. Le Gouaz sculp.